FISSURAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL: ESTUDO DE CASO EM UM RESIDENCIAL DE FEIRA DE SANTANA

Belena Luana Bina Leys[*], Fabiana Rosa Soares[*]

Alex Borges Roque[**]

Resumo. O presente artigo científico apresenta uma investigação teórica sobre os motivos que levam a formação de fissuras em edificações construídas em alvenaria estrutural, discutindo suas origens e causas. Tem como objetivo fundamental a realização de um estudo de caso em uma edificação residencial fundamentada nesta técnica construtiva, localizada no município de Feira de Santana - BA, a fim de elaborar um diagnóstico das irregularidades.

Palavras-chave: fissuras; patologia; alvenaria estrutural.

Abstract. *This scientific article presents a theoretical investigation about the reasons that lead to the formation of fissures in buildings built in structural masonry, discussing their origins and causes. Its fundamental objective is to carry out a case study in a residential building based on this constructive technique, located in the municipality of Feira de Santana - BA, in order to prepare a diagnosis of irregularities.*

Keyword: fissures; pathology; structural masonry.

1. INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural tem suas origens na Pré-História, como um dos sistemas mais antigos de edificação da humanidade. Originalmente, eram utilizados blocos de rocha como parte de alvenaria, mas só depois do ano 4.000 a.C. a argila passou a ser trabalhada possibilitando o desenvolvimento de tijolos.

O modelo construtivo desenvolveu-se primeiramente através do modelo de sobreposição de unidades, tijolos ou blocos, porém com conhecimento empírico, sem a compreensão das características resistentes dos materiais e procedimentos racionais de cálculo, as primeiras alvenarias, em pedra ou em tijolo cerâmico seco ao sol, possuíam vasta espessura. Ao passar dos séculos, obras importantes foram executadas em alvenaria estrutural, entre elas o Parthenon, na Grécia, edificado entre 480 a.C. e 323 a.C. e a Muralha da China, construída no período de 1368 a 1644. No Brasil, os primeiros edifícios em alvenaria

[*]Graduanda do curso de engenharia civil – Universidade Salvador (UNIFACS) Feira de Santana – BA – Brasil
E-mail: belenaleys@hotmail.com ; fabianasoareseng@hotmail.com
[**]Docente do curso de engenharia civil – Universidade Salvador (UNIFACS) Feira de Santana – BA – Brasil
E-mail: alex.roque@unifacs.br

estrutural foram construídos em 1966, com 4 pavimentos em alvenaria armada, utilizando blocos de concreto, no Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa”, seis anos depois, foram construídos mais quatro edifícios com 12 pavimentos.

A maior procura por esse tipo de construção teve seu ápice no país na década de 80, e se espalhou com a execução dos conjuntos habitacionais de cunho social. No entanto, como resultado de erros construtivos, defeito ou falhas de projeto ou ainda falhas causados no período ocupacional devido ao uso indevido, manifestações patológicas podem aparecer e acarretar defeitos que podem prejudicar a segurança e a durabilidade na fase de ocupação.

A alvenaria estrutural é um método construtivo na qual as paredes desempenham, além da vedação, a função autoportante, ou seja, devem suportar e transferir as forças resultantes do seu peso próprio e das cargas da estrutura e transmiti-las á fundação. Com isso, a resistência depende somente das unidades de alvenaria argamassadas, as quais podem ser compostas por: blocos de concreto, blocos cerâmicos ou, de tijolos cerâmicos maciços, todos com alta carga resistiva à compressão.

Neste cenário, através das suas configurações e do seu histórico de ocorrência, este artigo visa identificar as principais causas de fissuras em alvenaria estrutural no Residencial avaliado, de forma a prevenir esta patologia, que acaba por comprometer a estética, o conforto e a segurança do usuário e sugerir ações corretivas que possam ser utilizadas para resolvê-las.

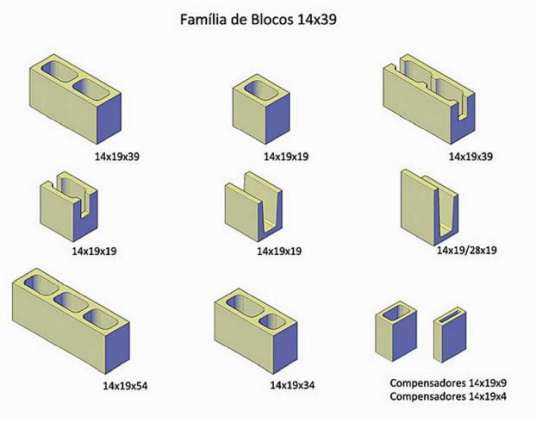
2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O ELEMENTO ALVENARIA

De acordo com Ramalho e Correia (2003) entende-se por componente da alvenaria uma entidade básica que compõe os elementos que, por sua vez, comporão a estrutura, são eles: blocos, argamassa de assentamento, graute e armadura.

As unidades de alvenaria são classificadas em: cerâmicas, sílico-calcárias e de concreto, e se dividem em famílias, que são grupos de produtos que possuem as medidas proporcionais entre si. No presente trabalho, será estudado somente o processo de alvenaria estrutural com utilização dos blocos de concreto da família 14x39, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Representação ilustrativa de blocos em concreto da família 14x39



Fonte: Tauil e Nesse (2010)

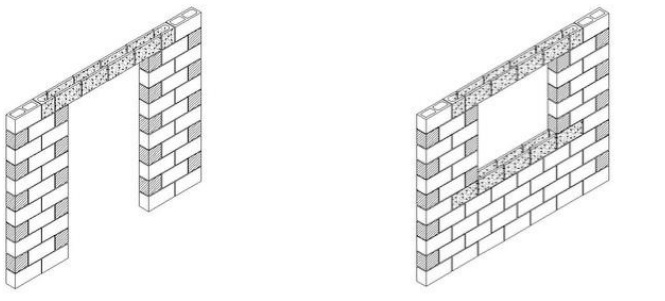
A argamassa de assentamento, usualmente preparada pela junção de cimento e areia, tem como objetivo solidarizar os blocos, transferindo as tensões de maneira uniforme entre eles e distribuir uniformemente as cargas atuantes que a alvenaria está sujeita, e é importante que ela possua plasticidade, para que haja distribuição mais uniforme das tensões.

O graute é uma mistura dos mesmos materiais utilizados para produzir concreto convencional, porém, com um elevado índice de fluidez. Tem como função, proporcionar o aumento da área da seção transversal das unidades ou promover a solidarização dos blocos com eventuais armaduras posicionadas nos seus vazios.

As armaduras são as mesmas utilizadas no concreto armado, e devem ser sempre envolvidas por graute para garantir o trabalho conjunto com os outros componentes da alvenaria. Conforme os autores supracitados, elas são utilizadas sempre que se queira aumentar a resistência à tração, visto que a alvenaria por si só não possui essa característica. O método construtuivo usado no estudo de caso em questão, trata-se de alvenaria estrutural não-armada, logo as armaduras serão empregadas em duas situações:

a) Nas vergas e contra-vergas, elementos estruturais para evitar fissuração em cantos de aberturas, assim como exemplificado na Figura 2.

Figura 2 - Padrão de execução de Verga e Contra-verga em esquadrias

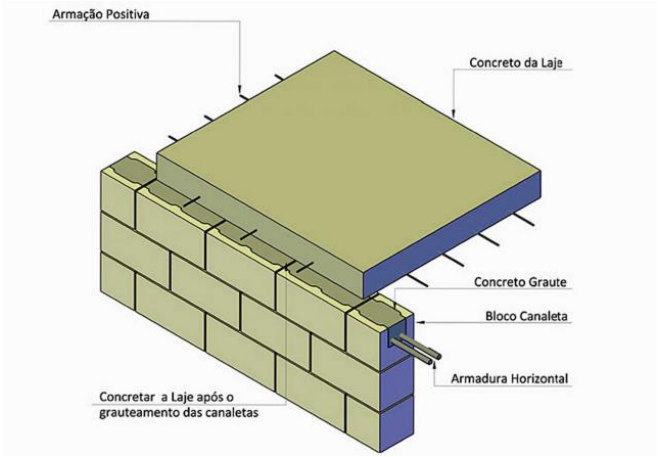


Verga na porta *Verga e contra-verga na janela*

Fonte: https://www.prontomix.com.br

b) Nas fiadas de respaldo, elementos responsáveis por fazer a ligação entre as paredes e as lajes, de modo a distribuir esforços e conferir ao sistema aumentos de rigidez e de elasticidade, exemplo Figura 3.

Figura 3 - Padrão de execução de amarração alvenaria-laje



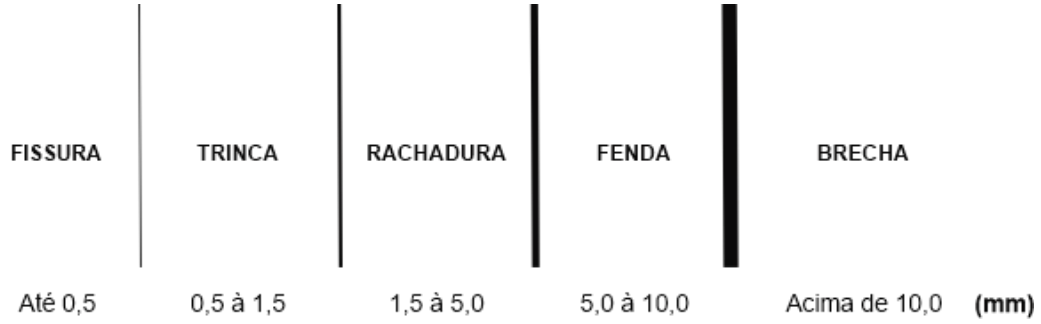
Fonte: Tauil e Nesse (2010)

2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS FISSURAS

2.2.1 QUANTO A ABERTURAS

Conforme Oliveira (2012), as aberturas são classificadas de acordo com suas espessuras representadas na Figura 4.

Figura 4 - Ilustração de classificação quanto a aberturas



Fonte: Acervo das autoras (2022)

Ademais, Duarte (1998) cita que fissuras com aberturas inferiores à 0,1mm são chamadas capilares e consideradas insignificantes, não causando prejuízos à durabilidade.

2.1 QUANTO A FORMAS

Duarte (1998) classifica as fissuras segundo sua forma em:

a) Isoladas: com causas diversas que seguem 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 de alvenaria e a junta de argamassa.
b) Disseminadas: apresentam a forma de rede de fissuras, sendo mais comuns em revestimentos.

2.2 QUANTO A ATIVIDADE

Corsini (2010) e Mourão (2016), classificam as fissuras conforme a sua atividade:

a) Ativas: são aquelas que sofrem alteração da sua espessura à medida que as variáveis que as provocaram sofrem alterações, atuando como juntas induzidas pela estrutura. Se caso elas apresentem um aumento ao longo do tempo pode ser considerado um problema estrutural, onde deve ser determinado através de observações e analises da estrutura.
b) Passivas: são consideradas estabilizadas, já que são provenientes de solicitações que não apresentam variações significativas ao longo do tempo

2.3 MECANISMOS DE FORMAÇÃO DE FISSURAS EM PAREDES DE ALVENARIA ESTRUTURAL

Segundo Duarte (1998), todos os elementos próximos à edificação, de forma permanente ou ocasional, podem contribuir para o surgimento de patologias que afetam diversos elementos de uma construção, e a identificação das suas causas é o melhor caminho para encontrar a sua solução. Em vista disso, o autor utiliza classificações de fissuras segundo o seu fenômeno causador, que podem ser reagrupadas da seguinte forma:

a) Fissuras causadas por recalques de fundações;
b) Fissuras causadas por excessivo carregamento de compressão (sobrecargas);
c) Fissuras causadas por reações químicas;

d) Fissuras causadas por variações de temperatura (movimentações térmicas);
e) Fissuras causadas por retração;
f) Fissuras causadas por movimentação higroscópicas.

Além disso, podem ser numeradas também, fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado e carregamento desbalanceado em esquadrias.

2.3.1 RECALQUE DE FUNDAÇÃO

Dentre os problemas patológicos geradores de fissuras o mais grave é o recalque diferencial em fundações e quando ocorre à evolução desse tipo de fissura certamente é possível que haja algum problema mais sério, que com o passar do tempo pode comprometer de forma significativa o elemento de fundação. Segundo Holanda Junior (2002), as fissuras em alvenarias podem apresentar-se nas direções horizontal, diagonal e vertical ou uma combinação entre elas. Quando verticais ou diagonais elas podem ser retas, atravessando unidades ou juntas, ou podem ter um aspecto escalonado, passando apenas pelas juntas.

2.3.2 SOBRECARGA DE CARREGAMENTO DE COMPRESSÃO

Conforme Alexandre (2008), em trechos contínuos de alvenarias solicitadas por sobrecargas uniformemente distribuídos, dois tipos característicos de fissuras podem surgir:
a) Fissuras verticais, provenientes da deformação transversal da argamassa sob ação das tensões de compressão, ou da flexão local dos componentes de alvenaria.
b) Fissuras horizontais, resultantes da ruptura por compressão dos componentes de alvenaria ou da própria argamassa de assentamento, ou ainda de solicitações de flexocompressão da parede.

2.3.3 ALTERAÇÕES QUÍMICAS DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Conforme Thomaz (1989), uma das alterações químicas manifestadas é a retração da argamassa de assentamento, em razão de cales mal hidratadas que podem apresentar teores

elevados de óxidos livres de cal e magnésio**,** e vir a hidratar-se, apresentando em consequência, um aumento em seu volume de aproximadamente 100%. Em função da intensidade dessa expansão poderão ocorrer fissuras e outras manifestações patológicas cujos sintomas se assemelham aos casos das ocorridas devido a dilatações térmicas. Já no caso de ataque de sulfato, o aluminato tricálcico, um dos constituintes do cimento, pode reagir com sulfatos provenientes do solo ou de águas contaminadas formando o sulfoaluminato tricálcico. Essa reação provoca grande expansão e quando ataca a argamassa de assentamento pode provocar inicialmente uma expansão geral da alvenaria e em casos mais extremos pode ocasionar uma desintegração progressiva das juntas de argamassa.

2.3.4 VARIAÇÃO TÉRMICA

As movimentações térmicas dos elementos construtivos estão relacionadas tanto com as propriedades físicas dos materiais quanto com o gradiente de temperatura. Segundo Valle (2008) apud Silva (2013), essas movimentações podem ocorrer em casos como:

a) Na junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, susceptíveis às mesmas variações de temperatura, como a argamassa de assentamento e componentes da alvenaria;
b) Na exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais (por exemplo, cobertura em relação as paredes da 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;

Nesse caso, as movimentações térmicas que serão submetidas às lajes ocorrem em função de diversos outros fatores, tais como: natureza do material componente das telhas, altura do colchão de ar existente entre o telhado e a laje de cobertura, intensidade de ventilação e rugosidade das superfícies internas do atiço, etc. Por estes motivos, e devido ao fato de que as lajes de cobertura normalmente encontram se vinculadas às paredes de sustentação, sucedem tensões tanto no corpo das paredes quanto nas lajes**.**

2.3.5 RETRAÇÃO

Segundo Romano (2002) retração é o fenômeno segundo o qual, após a pega, o concreto em contato com o meio ambiente sofre redução de suas dimensões sem a aplicação de cargas externas, produzidas pelas forças capilares. A contração da massa do concreto introduzirá tensões de tração à peça e consequentemente a fissuração. A deformação causada pela retração é mais acentuada em concreto novo, à medida que o concreto envelhece e sua resistência aumenta, a retração tende a diminuir. Além disso, conforme Eichler (1973) apud Thomaz (1989), a retração em lajes pode provocar fissuração das paredes a ela adjacentes, e surgirão próximo à interface da laje com a parede de alvenaria. A retração em blocos de concreto ou nas juntas de argamassa de assentamento, e revestimento também podem causar fissuras nas paredes**.**

2.3.6 DEFORMABILIDADE EXCESSIVA DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Segundo Thomaz (1989), um caso típico de fissuração é aquela provocada pela excessiva deformação das lajes ancoradas nas paredes, introduzindo nas mesmas esforços de flexão lateral, onde é capaz de estimular o aparecimento de uma fissura horizontal isolada, estendendo-se por toda a base da parede com abertura bastante regular. A apresentação desta fissura, sem o surgimento de outras e de eventual indício de arco na alvenaria, praticamente extingue a possibilidade de que a fissura horizontal se deu origem pela flexão da laje na direção do eixo da parede.

2.3.7 MOVIMENTAÇÃO HIGROSCÓPICA

De acordo com Alexandre (2008) a expansão da alvenaria na direção vertical pode levar ao aparecimento de fissuras horizontais próximo às aberturas das janelas. Essas poderão variar em função das propriedades higrotérmicas dos materiais e das amplitudes de variação da temperatura ou da umidade, e aparecem especialmente na base das paredes. Geralmente, essas manifestações patólogicas quase sempre são acompanhadas por eflorescências, o que

auxilia seu diagnóstico. Em segundo plano, outro tipo bastante característico de fissura causada por umidade é aquela presente no topo de muros, peitoris e platibandas.

2.3.8 CARREGAMENTO DESBALANCEADO (ESQUADRIAS)

Conforme Sampaio (2010), os carregamentos desbalanceados ocorrem em virtude da existência de sapatas corridas ou vigas de fundação muito flexíveis. Essa problemática pode se manifestar principalmente ao redor de peitoris de janelas, devido à sobrecarga concentrada nessas regiões de abertura. A configuração da fissuração é geralmente vertical.

3. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido através de um estudo de caso, no qual foi analisado o surgimento de manifestações patológicas do tipo fissuras em um edifício residencial de 4 pavimentos no município de Feira de Santana, procurando identificar o local do aparecimento das fissuras, suas possíveis causas e possíveis correções.

3.1 O EMPREENDIMENTO

O condomínio de estudo é um empreendimento habitacional de baixo padrão, construído através do Programa de Financiamento da Caixa Econômica Federal, e localiza-se na cidade de Feira de Santana, na Bahia. A estrutura, com área construída de 21.680,37m² conta com: guarita, salão de festas, salão de jogos, área gourmet, brinquedoteca, casa do lixo, casa de bombas, estação elevatória, piscina e nove blocos de quatro pavimentos, totalizando ao todo trezentos e sessenta apartamentos. Cada pavimento possui 08 apartamentos de aproximadamente 50m², com dois quartos, banheiro social, sala, cozinha, área técnica e varanda. O empreendimento está sendo construído desde 2019, e conta com previsão de entrega para 2023.

3.1.1 MÉTODO CONSTRUTIVO

Conforme a NBR 6136:2009, o sistema construtivo utilizado nessa obra é o de elemento de alvenaria estrutural não-armada, em blocos de concreto (classe B) de 14x39x19cm com 6MPa no térreo e no primeiro pavimento, blocos de 14x39x19cm com 4,5MPa nos pavimentos subsequentes. Esse tipo de alvenaria não recebe graute, mas sim reforços de aço CA-50, com barras de 8.0mm nos blocos calha da última fiada, além de barras de 6.3mm nas vergas e contravergas de portas e janelas.

Qualquer abertura existente é previamente definida e especificada no Projeto Executivo, em dimensões que evitem cortes nas alvenarias, além disso, para realizar o embutimento das tubulações hidrossanitárias e eletrodutos elétricos, são utilizados os vazios dos blocos. Já as caixas de tomadas e interruptores são posteriormente instaladas, através de aberturas realizadas com uma perfuratriz.

3.1.2 EXECUÇÃO

a) Primeiramente, deve-se deixar o pavimento em condições de iniciar o serviço. É necessário fazer a limpeza onde a alvenaria será executada, como apresentado na Figura 5, abstendo a superfície da presença de materiais que possam prejudicar a aderência da argamassa entre o bloco e o pavimento.
b) Posteriormente, se umedece a superfície com o auxílio de uma brocha, e espalha-se a argamassa de assentamento na direção da parede, e em seguida assentar os blocos da primeira fiada, como mostra a Figura 6. Nessa etapa, já são definidos os vãos onde terão as aberturas de portas, shafts e passagem de tubulação elétrica e hidrossanitária.
c) Como aplicação das caixas elétricas é feita depois da alvenaria elevada, o posicionamento destas deverá ser garantido no momento da elevação, de modo representado na Figura 7.
d) O embutimento das tubulações de ar-condicionado, e eletrodutos elétricos é realizado através dos furos dos blocos, da forma executada na Figura 8.
e) Onde existirão esquadrias (portas e janelas) e muretas, são executadas vergas e contra-vergas, utilizando blocos tipo calha grauteados (14x19x39), como a Figura 9.
f) Na última fiada da alvenaria, são utilizados blocos tipo calha grauteados nas dimensões 14x19x39, conforme a Figura 10, cumprindo a função de uma cinta de amarração, de modo a distribuir esforços solicitantes das lajes sob as paredes estruturais.

Figura 5 - Superfície onde será assentada a alvenaria

Figura 6 - Assentamento de primeira fiada

Figura 7 - Colocação de caixa autrotravante 4x2cm

Figura 8 - Passagem de eletroduto corrugado ¾”

Figura 9 - Grauteamento de contraverga de janela

Figura 10 - Grauteamento de blocos calha 14x19x39

Fonte: Acervo das autoras (2022)

3.2 MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

O método utilizado para inspeção na unidade residencial, foi predominantemente realizado através de exame visual das fissuras, dando ênfase à identificação de suas configurações típicas, abrangendo também a coleta de medidas das aberturas com fissurômetro e verificação de profundidade por meio de análise semi destrutiva. Teve a finalidade de identificar as fissuras existentes e determinar, por meio de sua forma, espessura e atividade, os mecanismos responsáveis pela sua formação e, deste modo, propor as técnicas corretivas mais adequadas a serem executadas, com objetivo de restabelecer a funcionalidade da edificação, assim como determinar as medidas complementares necessárias para preservar a estrutura da ação dos agentes patológicos.

4. RESULTADOS

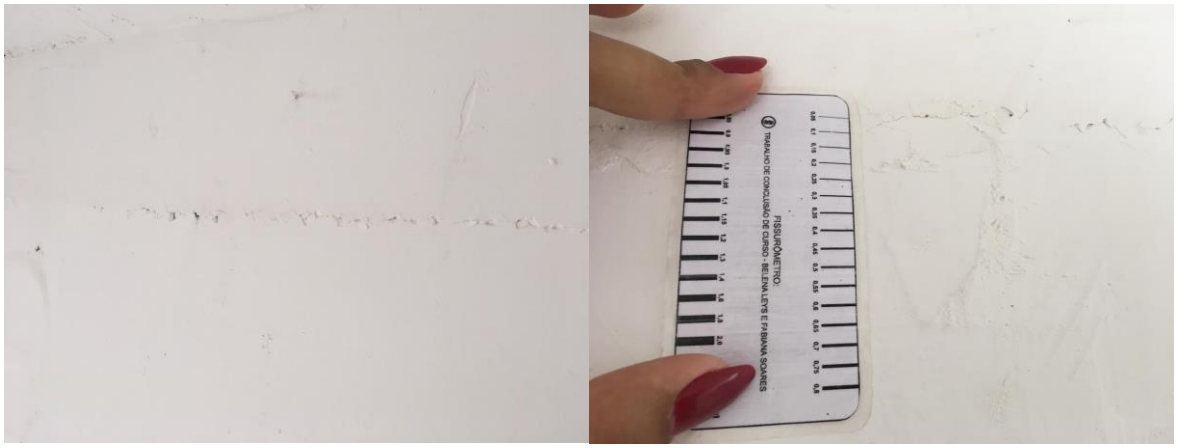
4.1 PATOLOGIA OBSERVADA

Foi organizada uma visita no dia 19 de Maio de 2022, com a finalidade de identificar as fissuras e realizar seu registro fotográfico, assim como aferir sua espessura com o auxílio do fissurômetro. Com isso, constatou-se que as fissuras observadas nas Figuras 11 e 12 possuem espessura de 0,1mm a 0,3 mm.

Figura 11 - Manifestação de fissura F01 localizada na parede do apartamento, com espessura de 0,3mm

Fonte: Acervo das autoras (2022)

Figura 12 - Manifestação de fissura F02 localizada na parede do apartamento, com espessura de 0,1mm



Fonte: Acervo das autoras (2022)

Diante das características coletadas durante a inspeção, foi possível concluir conforme as Figuras 13 e 14 que a maioria das fissuras tinham em comum o aspecto de configuração horizontal, propagação isolada e sempre no mesmo sentido.

Figura 13 - Vista da parede do apartamento, com fissura F01 realçada através de editor de imagens

Fonte: Acervo das autoras (2022)

Figura 14 - Vista da parede do apartamento, com fissura F02 realçada através de editor de imagens

Fonte: Acervo das autoras (2022)

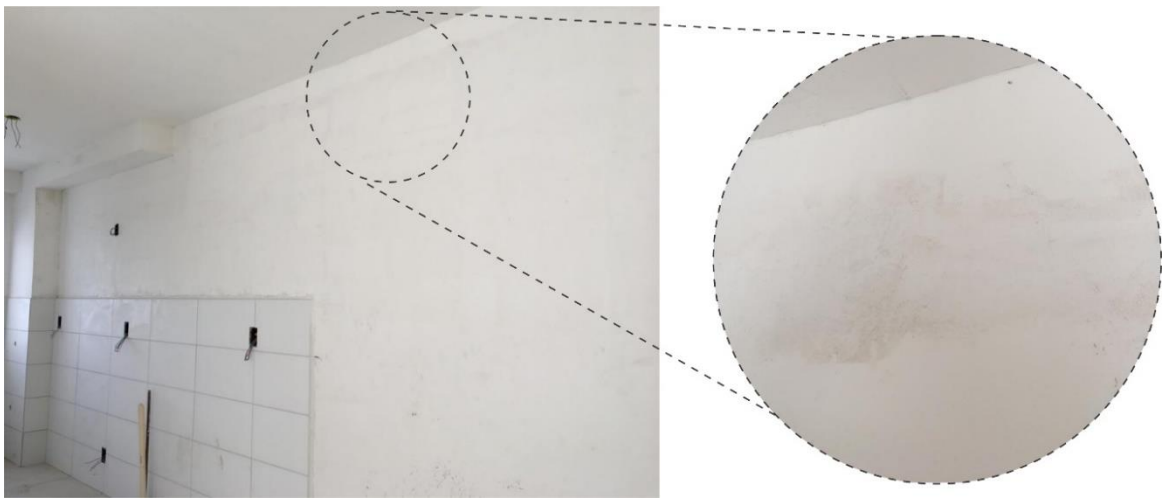
Além da inspeção visual, foi realizado um ensaio de monitoramento com um material rígido (gesso), como representado na Figura 15, a fim de determinar o comportamento da abertura. Em virtude da sua fragilidade e baixa resistência a impactos, se houvesse alguma movimentação na abertura da fissura, o material também acompanharia esse movimento, o que indicaria que a fissura está ativa.

Figura 15 - Aplicação de gesso para monitoramento de abertura

Fonte: Acervo das autoras (2022)

Após 48 horas da aplicação, foi verificado que não houve nenhuma fissuração nas superfícies da mistura de gesso, chegando ao resultado negativo mostrado na Figura 16. Devido a isso, constata-se que a patologia de estudo pode ser considerada passiva, ou seja, não apresenta variação de espessura significativa e visível ao longo do tempo.

Figura 16 - Resultado de ensaio para monitoramento de abertura



Fonte: Acervo das autoras (2022)

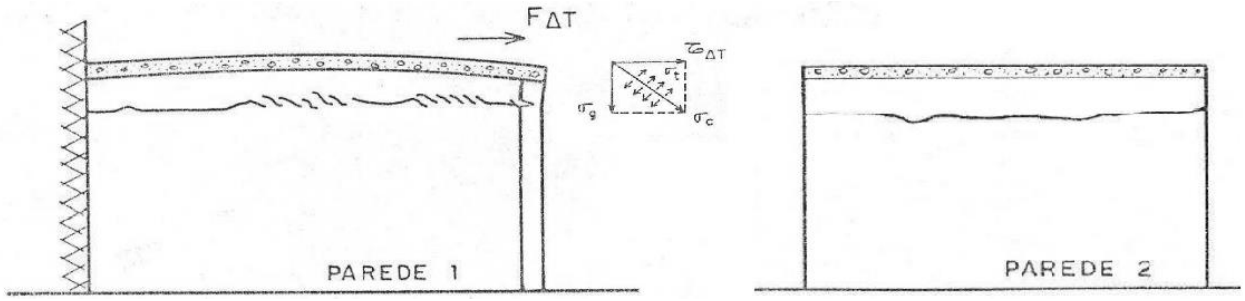
4.2 POSSÍVEIS CAUSAS

Dada a vistoria em todos os pavimentos do bloco em execução, foi possível concluir que a ocorrência das fissuras observadas tiveram sua manifestação somente no último pavimento e cerca de 03 meses após a execução da laje de cobertura, a qual foi concretada em duas etapas: 19 de Novembro e 01 de Dezembro de 2021. Em geral, as coberturas planas estão em maior exposição às mudanças térmicas naturais do que os paramentos verticais das edificações, portanto, movimentos diferenciados entre elementos horizontais e verticais.

Em vista disso, um possível causa a qual levou ao aparecimento da patologia pode ser a movimentação térmica da laje de cobertura, já que a mesma aquece durante o dia e se resfria durante a noite, provocando movimentos de dilatação e contração de forma periódica em razão diferenças nos coeficientes de expansão térmica dos materiais construtivos deste componente, uma vez que, o do concreto é aproximadamente duas vezes maior que o da alvenaria.

Por estas razões, e devido ao fato de que a laje de cobertura encontra-se vinculada as paredes de sustentação, surgem tensões em ambas as estruturas. Em teoria formulada por Thomaz (1989) e apresentada na Figura 17, as tensões de origem térmica são nulas nos pontos centrais das lajes, e crescem proporcionalmente em direção às bordas onde atingem seu ponto máximo, sendo assim, a dilatação e o abaulamento provocado pelo gradiente de temperaturas introduzem tensões de tração e de cisalhamento nas paredes da edificação.

Figura 17 - Fissura típica presente no topo da parede paralela à laje



Fonte: Thomaz (1989)

Análogo aos conceitos do autor, a direção das fissuras do objeto estudo de caso, estão presentes no topo da parede paralela ao comprimento da laje, são perpendiculares às resultantes de tração (FΔt), e indicam o sentido da movimentação térmica da estrutura de cobertura.

Outro possível agente causador dessa patologia é sobrecarga de carregamento devido à utilização de andaime suspenso (balacim) durante a execução de serviços de reboco na área

da fachada dos blocos. Essas sobrecargas podem não ter sido consideradas no projeto estrutural, causando a compressão dos componentes de alvenaria ou da própria argamassa de assentamento.

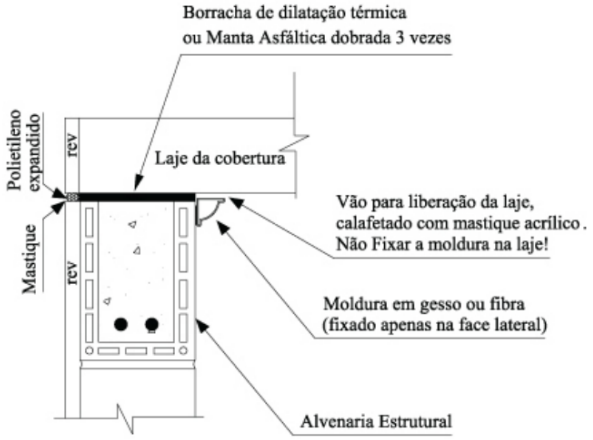
Essa patologia também podem ter surgido como um reflexo das fissuras na argamassa de assentamento. Elas podem aparecer devido à utilização de cales mal hidratadas, já que apresentam excesso de óxidos livres e, na presença de umidade, sofrem reações expansivas e aumentam de volume. Semelhante às fissuras causadas por movimentação térmica na laje, estas também tem configuração horizontal, e geralmente estão localizadas nas proximidades do topo da parede, onde são menores os esforços de compressão devido ao peso próprio.

4.3 POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Uma das soluções para as fissuras causadas por movimentações térmicas na laje de cobertura, é a previsão de detalhes construtivos, a fim de realizar a desvinculação entre a parede fissurada e o componente estrutural superior. Isso poderá ser realizado através da inserção de juntas de dilatação desses elementos e adoção de apoios deslizantes entre a parede estrutural e a laje de cobertura.

Assim como apresentado na figura 18, esses elementos flexíveis podem ser uma borracha de dilatação térmica ou manta asfáltica, selados com mastique de poliuretano expandido e selante de poliuretano (PU). Outras alternativas para minimizar o impacto das diferenças de dilatação dessas estruturas, é a execução de isolação térmica da laje, sombreamento, ventilação do ático e pintura branca do telhado.

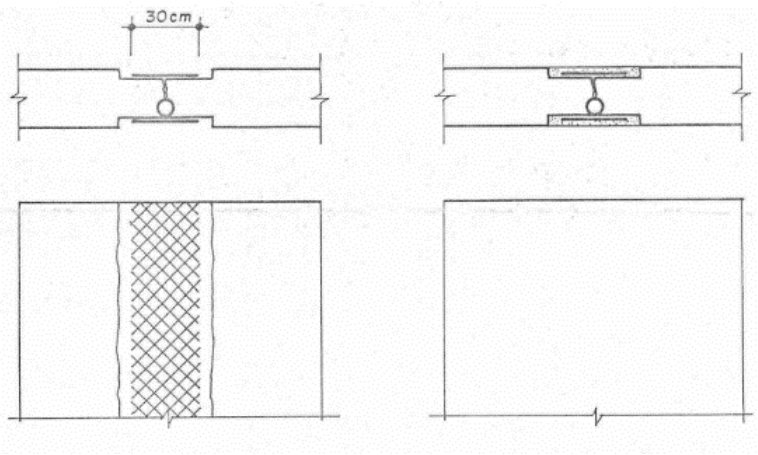
Figura 18 - Detalhe construtivo para desvinculação da laje de cobertura e alvenaria estrutural



Fonte: Selecta Blocos (s.d.).

As fissuras provocadas por enfraquecimento da parede em razão de sobrecarga de carregamento, poderão ser recuperadas através de inserção de tela de nylon na pintura, bandagem ou telas metálicas introduzidas no revestimento, exemplificada na Figura 19. Nessa segunda alternativa o comprometimento de transpasse da tela, para cada um dos lados da fissura, deve ser aproximadamente 15 cm.

Figura 19 - Recuperação da parede enfraquecida com emprego de tela metálica



Fonte: Thomaz (1989)

Por fim, na ocorrência de fissuras passivas e superficiais causadas pelo destacamento entre componentes de alvenaria e argamassa de assentamento, a raspagem de juntas e o posterior preenchimento com selante ou argamassa, é uma solução executável.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dados os resultados encontrados, as principais causas de fissuração na alvenaria estrutural do Residencial estudado foram: atuação de excessivo carregamento de compressão (sobrecargas ou concentração de tensões na estrutura); movimentações provocadas por variações térmicas e retração da argamassa de assentamento. Constata-se também que a elaboração de um diagnóstico que proporcione a identificação e classificação das fissuras é uma condição fundamental para que as medidas corretivas se tornem assertivas, uma vez que uma escolha inadequada pode gerar transtornos desnecessários e até mesmo agravar o problema.

Os métodos de levantamento utilizados foram fundamentais para a organização e compreensão dos dados obtidos, facilitando a determinação dos diagnósticos. Com a identificação dos locais onde ocorreram as manifestações patológicas, foi possível constatar

em projeto possíveis erros que as originaram, e através do fissurômetro, pode-se observar a espessura das aberturas, e diante do resultado, validar a sua classificação como “fissuras”. Por fim, através do ensaio com o gesso, concluiu-se que essas aberturas não apresentavam variação de espessura significativa e visível ao longo do tempo, ou seja, são consideradas passivas.

Embora a construção de edificações “a prova de fissuras” represente uma missão inacessível, com um ônus financeiro insustentável, a falta de medidas preventivas simples podem ser determinantes para o êxito dessas atividades. Voltando ao que foi dito no trabalho, muito poderia ser feito para minimizar-se o aparecimento das fissuras no estudo de caso em questão. O reconhecimento do comportamento dos componentes das edificações, a falta de harmonia entre os projetos, a previsão da utilização de sobrecarga, e a carência no controle da qualidade dos materiais e dos serviços, colaboraram para a manifestação dessa patologia, e esses são casos comuns ainda hoje em muitas obras.

Portanto, tendo em vista todos os aspectos observados, compreende-se sobre a importância de ter um conhecimento diligente sobre as causas que originam as fissuras nas edificações e a conscientização de que, cautela na elaboração do projeto e nas especificações e utilização dos materiais, cuidados na execução e no uso da estrutura representam uma grande economia em relação às reparações dessa patologia.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Ilídio F. **Manifestações Patológicas em Empreendimentos Habitacionais de Baixa Renda Executados em Alvenaria Estrutural: Uma análise da Relação de Causa e Efeito.** 2008. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

ANICERPRO. **Alvenaria Estrutural: Tão antiga e tão atual**. Disponível em: http://anicerpro.com.br/2018/04/26/alvenaria-estrutural_tao-antiga-e-tao-atual/. Acesso em: 22 mai. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136:** Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8798:** Execução de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro, 1985.

CORSINI, Rodnei. Trinca ou fissura?. **Revista Téchne**, São Paulo, v. 1, n. 160, p. 57-60, jul./2010. Disponível em: 29/03/2018 Trinca ou fissura? |

Téchnehttp://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx. Acesso em: 6 jun. 2022.

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

EICHLER, F. **Patologia de la construccion: detalles constructivos.** Versão espanõla da 2ª edição alemã, por Adrian Margarit e José Fabregat. Editorial Blume, Editorial Labor, Barcelona, 1973.

HOLANDA JUNIOR, Osvaldo Gomes De. **Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural.** 2002. 224p. Tese de doutorado (Doutor em engenharia civil) Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002, p.10.

IFRN. **Alvenaria Estrutural**. Disponível em: https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/alvenaria-estrutural. Acesso em: 22 mai. 2022.

OLIVEIRA, A. M. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações.** 2012. 96 p. Monografia (Curso de Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS9A3GCW/1/monografia_esp_2012_1_th.pdf> . Acesso em: 3 jun. 2022.

PRONTO MIX. **Como utilizar o bloco de concreto para Alvenaria?**. Disponível em: https://www.prontomix.com.br/. Acesso em: 1 jun. 2022.

RAMALHO; A.;CORRÊA, M.; S., M. R.. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2003. p. 6-8.

ROMANO, C. Augusto. **Apostila de tecnologia do concreto.** Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Departamento Acadêmico de Construção Civil. Engenharia de Produção Civil, 2008. Disponível em: < http://site.ufvjm.edu.br/icet/ files/2013/04/Concreto-02.pdf> Acesso em 08 jun. 2022.

SAMPAIO, M. B. **Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural.** 2010. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – 82 Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em: < www.teses.usp.br/teses/.../18/.../2010ME_MarlianeBrito Sampaio .pdf> Acesso em: 28 mai. 2022.

SELECTA BLOCOS. **Guia Técnico: Alvenaria Estrutural**. Disponível em: http://www.grupoestrutural.com.br/selecta/guia-tecnico/. Acesso em: 29 jun. 2022.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**: Metodologia do projeto, detalhes, mão de obra, normas e ensaios. 1. ed. São Paulo: Pini, 2010. p. 65-78.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios - causas, prevenção e recuperação.** 1. ed. São Paulo: PINI: IPT, v. 1, 1989.

VALLE, Juliana B. de Senna. **Patologia das alvenarias.** 2008. 72f. Monografia

(Especialização em Tecnologia da Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: < http://www.pos.demc.ufmg .br/2015/trabalhos/pg1/Patologia%20das%20alvenarias.pdf> Acesso em: 06 jun. 2022.

ZANZARINI, José Carlos**. Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural: estudo de caso. 2016.** 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.