



ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO MÉTODO DE CONSTRUÇÃO DE ALVENARIA RESISTENTE DE UMA RESIDÊNCIA EM CATALÃO-GO

Daniel Santana Santos¹ Eduardo Corrêa Cassiano de Souza² Leandro Alves Assunção³

Luann Pícolo de Oliveira⁴ Lucas Ribeiro Silva⁵ Marcelo Alencar Ramos⁶

(lucasrs59@hotmail.com; leandroassuncao1@live.com; luannpicolo@gmail.com; margyn@gmail.com; eduardo@preforte.com.br; danielsan0903@gmail.com)

Professor orientador: Ruvier Rodrigues Pereira

Coordenação de curso de Engenharia Civil

RESUMO

Dentre todas as intercorrências de uma obra, é importante destacar o aparecimento de patologias como as fissuras e as trincas pelo seu impacto visual negativo. Assim, relevante que essas sejam diagnosticadas precocemente para que o tratamento nas construções seja feito o mais brevemente possível, uma vez que se não forem corrigidas podem vir a trazer várias complicações para a estrutura e os usuários. Com o estudo, foi possível perceber que a maioria destas patologias originam-se na fase de projeto e execução, por isso devem ter o acompanhamento correto e devem ser planejadas com cautela. Partindo desse pressuposto, o método de construção por alvenaria resistente vem sendo bastante empregado, principalmente, pelo seu baixo custo, porém, essa economia pode não se mostrar tão eficiente quando o assunto são as patologias. Dessa forma, as principais patologias elencadas no presente estudo foram as fissuras e trincas, que, a partir delas, podem surgir variadas manifestações mais graves para a obra. Diante disso, para que as soluções desse tipo de intercorrência sejam eficazes e eficientes, é fundamental explorar as origens da patologia e aplicar a devida correção, com emprego dos materiais adequados e profissionais capacitados, garantindo a durabilidade e segurança da construção. Por conseguinte, o presente artigo tem como objetivo analisar as prováveis causas, prevenções e soluções que podem ser relacionadas com as trincas e fissuras encontradas em uma residência no município de Catalão - Goiás.

Palavras-chave: Patologia, Alvenaria Resistente, Trinca, Correção, Fissuras.

¹ Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNA.

² Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNA.

³ Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNA.

⁴ Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNA.

⁵ Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNA.

⁶ Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNA.

1. INTRODUÇÃO

Fissuras, trincas e rachaduras são anomalias encontradas nas edificações. Podem ser uma indicação de perigo que compromete a construção. Os prédios e as casas são construídos para proporcionar, ao ser humano, proteção, conforto e bem estar. (FONSECA, 2009). Nesse contexto, é imprescindível que a edificação comprometida por alguma manifestação anormal seja acompanhada e analisada por um profissional da área, para que o diagnóstico seja preciso quanto à gravidade e o provável motivo do problema.

O autor Casotti (2007, p. 12) afirma que as fissuras podem começar a surgir, de forma congênita, logo no projeto arquitetônico da construção. É importante ressaltar que muito pode ser feito para reduzir os danos quando se tem um conhecimento dos materiais utilizados e dos componentes de uma edificação. Além disso, deve ser considerado que o projeto de uma obra também precisa levar em conta os aspectos tanto estéticos quanto funcionais para os moradores, o que pode ser garantido pelo entendimento correto do engenheiro em todas as etapas do processo construtivo.

Dessa forma, nos últimos anos, têm-se observado que conceituados profissionais estão a expandir novas maneiras e procedimentos para chegar a um melhor esclarecimento sobre as patologias das construções, tendo em vista uma enorme preocupação com as concepções que estão diretamente associadas com a durabilidade, vida útil e também a manutenção e adaptação das edificações a novos usos.

O método de construção conhecido como alvenaria resistente que possui como principal característica a alvenaria de vedação como a sua principal função estrutural, sendo executada na maioria das vezes de forma empírica sem o suporte de normas técnicas específicas, sendo frequente o aparecimento de manifestações patológicas nesse tipo de construção.

Essas patologias das construções se mostram a cada momento mais perceptíveis e expostas nas edificações, tendo assim um sinal de problemas estruturais graves e ao mesmo tempo referentes à estética, de modo que se pode apontar que as patologias mais comuns encontradas nas construções são elas: fissuras, rachaduras, trincas, infiltrações, mofo e fungos no concreto e corrosão de armadura no concreto armado.

Estas patologias têm potencial da mesma forma a surgir em consequência a irregularidade nos projetos, na instalação ou fabricação, no uso e principalmente na execução e montagem, de um modo geral surgem mediante às falhas nos sistemas construtivos pelas empresas responsáveis pela edificação.

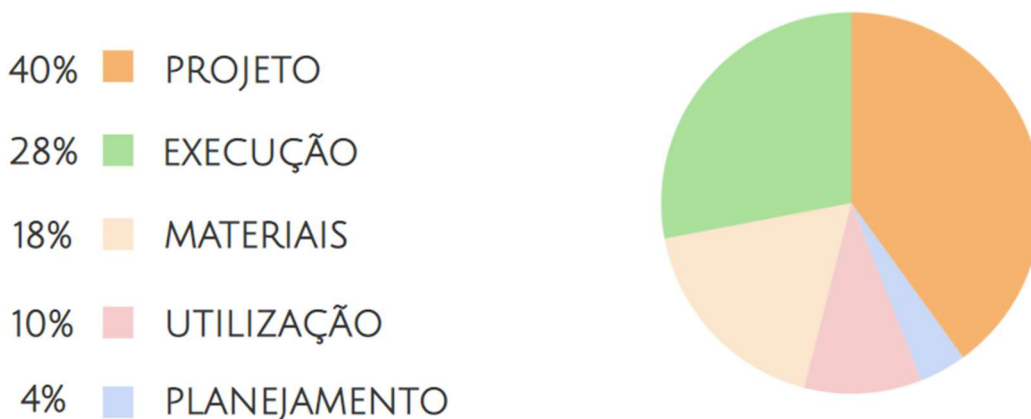
Uma das principais questões tratadas na área de estudos das patologias das construções, é com relação a falta de manutenções preventivas e o quanto isso pode agravar e surgir novos problemas.

Então, tendo em base esse argumento, é apropriado concluir que o mais adequado método para se precaver do surgimento destas futuras patologias é a realização de manutenções preventivas, onde é empenhada a possibilidade de detecção dessas possíveis falhas construtivas ou a deterioração dos materiais pelo efeito do tempo.



Segundo o gráfico mostrado a seguir, o princípio das mais variadas patologias das construções, expõem ser distribuídos da forma que 40% provém dos projetos, 28% da execução, 18% dos materiais, 10% do uso e 4% do planejamento (HELENE, 1992).

Figura 1 - Princípio dos problemas patológicos



Fonte: Adaptado de Helene (1992)

Com conhecimento nesses dados apresentados pelo gráfico, acredita-se na necessidade de uma análise mais elaborada sobre as causas que já são conhecidas, visando seus métodos de recuperação (terapia) com maior pontualidade e com isso teremos uma escolha mais econômica para a recuperação de tal patologia (HELENE, 1992).

Diante do exposto, foi realizada uma análise das manifestações patológicas em uma residência construída com o método de execução de alvenaria resistente, na cidade de Catalão-GO, com o propósito de levantar dados como as causas mais prevalentes e como essas patologias podem ser solucionadas para que não haja prejuízo aos moradores. Para essa análise, foi feita uma pesquisa bibliográfica a fim de encontrar os tipos de danos, os principais motivos, os impactos, as medidas de prevenção e estabelecer uma melhor forma de recuperação para as devidas patologias encontradas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Alvenaria resistente e suas características

A alvenaria resistente tem uma certa equivalência com a alvenaria estrutural, contendo a alvenaria como o seu principal componente estrutural, além de sua finalidade de vedação, portanto sendo estabelecida para receber diversas ações além de seu próprio peso (FILHO, 2007).

Modo de construção este que não abrange suporte em normas técnicas singulares, entretanto, esse específico método de construção não cumpre aos suplementares requisitos essenciais dos processos construtivos, cálculo de segurança, avaliação da resistência mecânica dos componentes, compatibilidade das paredes com as instalações elétricas e hidrossanitárias e do controle tecnológico de materiais e execução (FILHO, 2007).

Filho, (2007) mostra que a determinação da alvenaria resistente acontece de forma empírica, com a experiência profissional do pedreiro responsável, possivelmente de engenheiros, seu projeto base é padronizado pela prefeitura.

O impulsionamento deste método decorre pelo seu menor custo em comparação com as obras convencionais de concreto armado, também devido a sua rápida execução, e o custo baixo dos blocos cerâmicos (OLIVEIRA et al., 2017).

Dessa forma, Alves, (2006) indica que com destino a obter esse controle de qualidade e segurança das estruturas mais econômicas, é importante viabilizar parâmetros dos materiais e mão de obra, com a finalidade de definir fatores de segurança mais compatíveis para esse tipo de construção.

Com a falta de tecnologia, normas técnicas e embasamento científico para essa classe de construção, o resultado é o surgimento de determinadas patologias com o decorrer do tempo (MOTA, 2006).

2.2. Tipologia dessa classe de construção

A esse tipo de construção, é usualmente empregues blocos cerâmicos vazados, sendo assentados com os furos na horizontal, e sua espessura média de 9 cm, as juntas verticais são irregulares e são assentados com variadas categorias de argamassa (OLIVEIRA et al., 2017).

Os revestimentos internos e também os externos das paredes da construção, são executados de argamassas mistas de cimento (OLIVEIRA et al., 2017).

Os telhados são estruturados na maioria das vezes com madeira, dispostos sobre as paredes fazendo o uso de pilaretes e ou barrotes, e na maioria das vezes a cobertura é concebida com telhas cerâmicas e também de fibrocimento (OLIVEIRA et al., 2017).

Na classe de construção de alvenaria resistente, os tipos de lajes são usualmente pré moldadas com EPS, nervuradas com capeamento de concreto com 4 cm de espessura. Tais lajes são assentadas de modo direto sobre as paredes ou sobre cintas de concretos (quando existentes) com execução no seu coroamento (elemento de remate colocado na parte superior de uma parede) (OLIVEIRA et al., 2017).



As fundações nesse tipo de construção, são usualmente constituídas em alvenarias com espessura de 9 cm ou 19 cm, continuamente com as paredes da edificação, são assentadas ao longo das sapatas corridas de concreto armado em formato de T ou também ao longo de constituintes de fundação pré moldadas, sendo assentados sobre o nível de regularização de concreto (OLIVEIRA et al., 2017).

Não é constante nesse tipo de construção o uso de cintas de concreto armado na conexão da fundação-parede e até mesmo nas conexões da parede-laje dos pavimentos, outra ausência que temos é da verga e contra-verga nos vãos de aberturas das portas e das janelas (OLIVEIRA et al., 2017).

2.3. Fatores substanciais da alvenaria resistente

Nas palavras de Filho (2007) é necessário observar sobretudo, na etapa de execução da alvenaria, determinados cuidados, quanto ao nível, alinhamento e o monitoramento do prumo, outro elemento fundamental tendo em vista a resistência e durabilidade da alvenaria é o controle de qualidade das juntas de assentamento.

A resistência do tijolo cerâmico, seu tamanho e forma, a argamassa, espessura da junta horizontal, tipo de revestimento, quantia de fiadas, influi diretamente na resistência da alvenaria (FILHO, 2007).

Como define a NBR-10837 (ABNT, 1989) para as juntas horizontais e verticais terem a dimensão de 1,0 cm.

Como ressalta Oliveira (2004) “o componente conhecido como argamassa de assentamento atua como um agente de solidarização (unificação) e distribui uniformemente as cargas e tem como importante função a absorção das tensões de compressão, estabelecendo atribuir 70% das deformações aplicadas à alvenaria” (apud MOTA, 2006).

Outro fator que contamos é a espessura das paredes, que é o causador da redução da capacidade de carga deste componente devido a sua esbeltez. Comumente utiliza-se o pé direito de 2,60m, portanto seu índice de esbeltez é aproximadamente de 30 que é superior ao índice estabelecido para as construções em alvenaria estrutural que é de 24 (OLIVEIRA et al., 2017).

A alvenaria em um modo geral possui vários tipos de tensões e Alves (2006) destaca que outro efeito muito importante na alvenaria resistente consiste na atuação da estrutura de fundação nas quais as construções se constituem, dado que a alvenaria tem como característica não manifestar-se as tensões de tração, ou sendo elas em nível baixo, posto isso o aparecimento de recalques diferenciais irá gerar essas tensões, sendo considerável o estudo da ação dos recalques.

Assim sendo Alves (2006) confirma que os deslocamentos de apoio são iminentes ações que são geradas pelos recalques de fundações, e devem ser evitados sobretudo nos projetos de alvenaria não armada, uma vez que os painéis das paredes não são capacitados para a absorção dessas categorias de esforços, devido a sua baixa rigidez à tração.

Por outro lado, a solicitação prevalecente na alvenaria é a de compressão, sendo originada de ações das cargas verticais, sendo elas permanentes e acidentais. Dispõe-se também de cargas laterais de latentes ações horizontais, tais como: o vento e o desaprumo (ALVES, 2006).

Além disso, para Alves (2006) as solicitações de flexão do plano da parede geram, mutuamente as tensões de tração em uma extremidade e de compressão na outra, e também as tensões de tração contidas em uma face e a de compressão na outra face, se por acaso essas tensões não forem neutralizadas pelas tensões de compressão resultantes do peso próprio da alvenaria, vão ser essenciais utilizar armaduras para absorver tais esforços.

Diante disso, temos que a ruptura da alvenaria inclui, a ruptura por tração dos blocos e das juntas, ruptura por compressão do composto e a ruptura por cisalhamento das juntas. (ANDRADE, 2007).

2.4. Patologias na alvenaria resistente

Na alvenaria as manifestações patológicas originam por vários fatores, para Filho, (2007) uma das principais características da alvenaria é a sua eficiente resistência para o esforço de compressão, por outro lado não possui essa mesma capacidade para as tensões de tração, flexão e cisalhamento, consequentemente são esses esforços que em geral ocasionam as manifestações de fissuras na alvenaria.

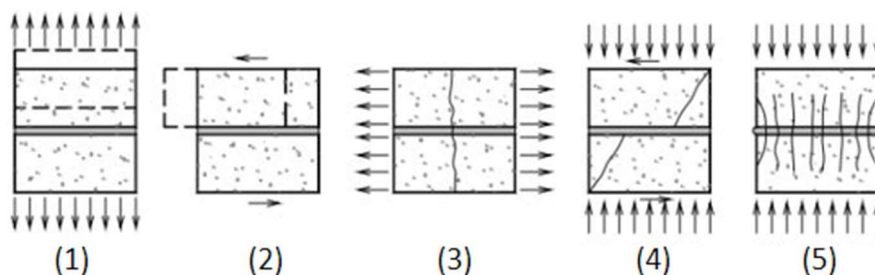
Nas palavras de Thomaz (1998, apud Filho, 2007) “fatores que têm potencial de prover para o desenvolvimento das fissuras, que são eles: a aderência, retração, geometria dos blocos cerâmicos, esbeltez, amarrações e o enfraquecimento acarretado pelo embutimento das tubulações, além disso a espessura das juntas verticais e horizontais juntamente com as ligações com outros componentes estruturais, são coeficientes que auxiliam no aparecimento das manifestações de fissuras.”

Nesse sentido, Thomaz (1998) acrescenta outros princípios causadores da fissuração, como: as sobrecargas não previstas para a estrutura, a deformabilidade excessiva e pelos recalques de fundação.

Outro fator que concebem a fissuração da alvenaria resistente é a argamassa utilizada no processo construtivo, em vista disso, Alves (2006) afirma que o módulo de elasticidade da argamassa é menor que o do bloco e também apresenta superior deformação transversal, conhecido como coeficiente de Poisson, em função a essa diferença de propriedade, a alvenaria por efeito de compressão, tem a predisposição de se deformar com maior intensidade na junta da argamassa do que no bloco, dispondo assim um estado triaxial de tensões de ambos. Portanto, no momento que essas tensões excedem a resistência à tração dos blocos, acontece a fissuração do elemento.

Alves (2006) demonstra os principais comportamentos de ruptura são mostrados na figura (2), e os caracteriza abaixo:

Figura 2 - Comportamento das rupturas





Fonte: (ALVES, 2006 ADAPTADO DE LOURENÇO, 1996)

Analisando essas maneiras de rupturas e as caracterizando, para assim obter adquirir o melhor conhecimento sobre os materiais que integram a alvenaria, tais maneiras de rupturas que são elas:

No mecanismo 1 e 2 compõe-se das rupturas acontecerem na junta, em decorrência da tração direta e do cisalhamento;

Agora no 3 e 4 apresenta as rupturas ocorrendo nos blocos, pelo efeito da tração e cisalhamento, mas neste caso ocasionado pelo esforço de compressão, que foi o bastante para progredir os atritos nas juntas;

Além disso, no 4 e 5 acontece o esmagamento dos blocos em virtude da dilatação da argamassa, dilatação essa gerada pelos altos índices de compressão.

Nessa percepção, Alves (2006) constata que para a circunstância da alvenaria ser de blocos cerâmicos de vedação atribuindo-se para a finalidade estrutural, a ruptura tende a ser brusca antes mesmo da fissura ser ponderada.

Como relata Andrade (2007) sobre a baixa resistência à tração da alvenaria:

Outra característica norteadora do comportamento mecânico da alvenaria é a baixa resistência à tração que existe nas interfaces entre a argamassa e os blocos. Deste modo, as interfaces são superfícies bastante suscetíveis à fissuração. Estas fissuras podem indicar uma movimentação estrutural que já se encontra estabilizada, ou pode sugerir até mesmo uma ruptura iminente. Por ser uma região bastante sensível e sujeita à fissuração, na maioria das vezes, estas fissuras indicam apenas uma acomodação estrutural, devido principalmente aos recalques admissíveis de fundação.

Ainda que várias obras são efetuadas com o método da alvenaria resistente, a maioria destas não se dispõe das normas técnicas e dos conhecimentos científicos recomendados para a alvenaria estrutural, com isso deixam de certificar-se de uma durabilidade mais eficiente e de uma resistência melhor (FILHO, 2007).

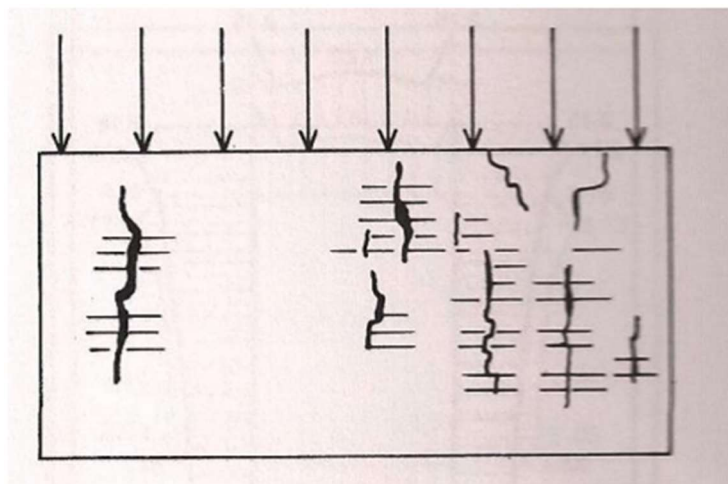
2.5. Aspectos das sobrecargas

Nas palavras de Magalhães e Oliveira (2017) sobrecargas são originadas por imprecisão de cálculos estruturais, falhas na execução, nesses dois princípios a fissura decorre por motivo da ação da sobrecarga não prevista. A influência da sobrecarga em elementos que não apresentam função estrutural também é um fator considerável

Logo, os autores Magalhães e Oliveira (2017) apresentam modelos das sobrecargas que podem ser presentes nas alvenarias:

As sobrecargas resultantes dos elementos estruturais causam impactos resultantes de flexão e compressão, motivando o aparecimento de fissuras verticais e horizontais nas paredes que estão sobrecarregadas.

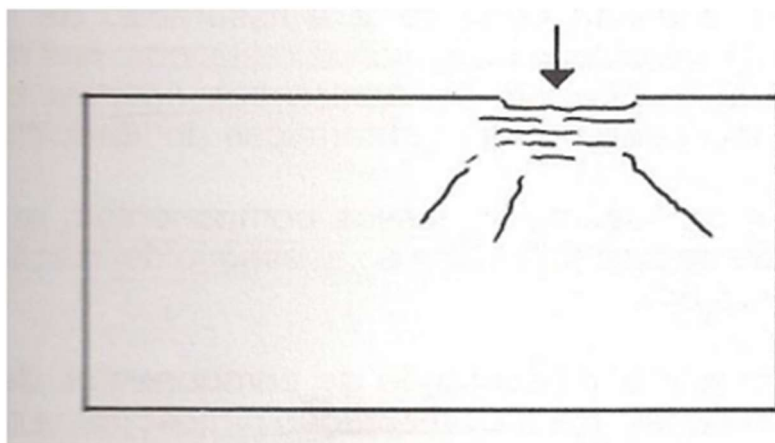
Figura 3 - Fissuras verticais ocasionadas pela sobrecarga



Fonte: (THOMAZ, 1989 apud MAGALHÃES E OLIVEIRA, 2017)

Da mesma forma acontece a sobrecarga centralizada, que tem por consequência o surgimento de fissuras inclinadas no componente.

Figura 4 - Sobrecarga centralizada



Fonte: (THOMAZ, 1989 apud MAGALHÃES E OLIVEIRA, 2017)

2.6. Soluções na recuperação de patologias da alvenaria resistente

Com o propósito de restituir as determinações de habitabilidade das construções, sobretudo na segurança da estrutura, uma das principais recuperações é a de alvenaria com fissuras, com base no conhecimento e diagnóstico e também das consequências da manifestação sobre o desempenho da construção. (CAMPOS, 2006).

Geralmente essas soluções são aplicadas posteriormente à sondagem da implicação das fissuras no desempenho da estrutura por meio de condições de danos às instalações hidrossanitárias e da coleta de águas pluviais, desaprumos ressaltados e da redução das áreas de apoio das lajes (CAMPOS, 2006).

Sobre a intervenção de um componente da alvenaria, essa pode ser feita para restabelecer a capacidade de carga originária e também para o acréscimo dessa capacidade. O reparo consiste na restauração da capacidade de carga, já o reforço estrutural objetiva a intervenção para o aumento da capacidade de carga estrutural. (MOHAMAD 2015)

Segundo Campos (2006) todo o procedimento de recuperação é conduzido com o objetivo de eliminar ou reduzir as origens da patologia, visto que o aparecimento das fissuras são decorrentes de demais problemas evidenciados nas construções.

Nesse mesmo sentido, Campos (2006) afirma que esse processo de recuperação engloba os seguintes itens:

- Restauração ou aprimoramento dos componentes estruturais;
- Incorporação da junta na construção
- Inserção ou melhoria no processo de impermeabilização
- Elaboração ou manutenção da coleta de águas pluviais

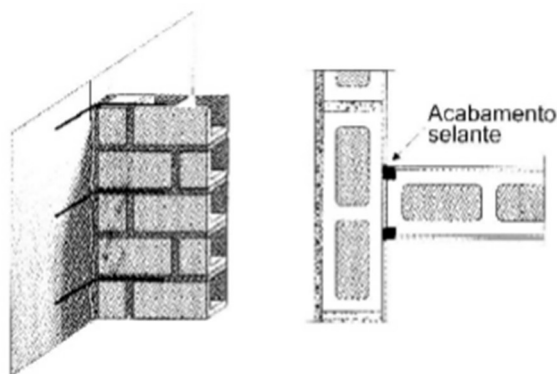
No que se refere às intervenções nas construções com manifestações patológicas, Mohamad (2015) evidencia que as intervenções feitas com a intenção de reparar estruturas necessitam ser desempenhadas com muito cuidado, dado que quando as estruturas evidenciam manifestações patológicas, existe a possibilidade de que desencadeiem as redistribuições de esforços para as partes não atingidas da estrutura, gerando problemas de grau superior do que os detectados inicialmente.

Os reforços são executados normalmente pelo motivo de suportar cargas adicionais em razão de erros de projeto, também pela existência de manifestações patológicas, alterações de utilização e para sustentar cargas sísmicas tal como as cargas de vento (MOHAMAD 2015).

O autor Campos (2006) menciona as seguintes soluções:

1. Nas situações quando a alvenaria sofre o destacamento entre elas, vão ser colocadas ferragens complementares e também a aplicação de selante flexível no local da patologia, essa ferragem que é basicamente uma tela sobreposta na extensão da fissura, em seguida será aplicada o revestimento de argamassa sobre ela.

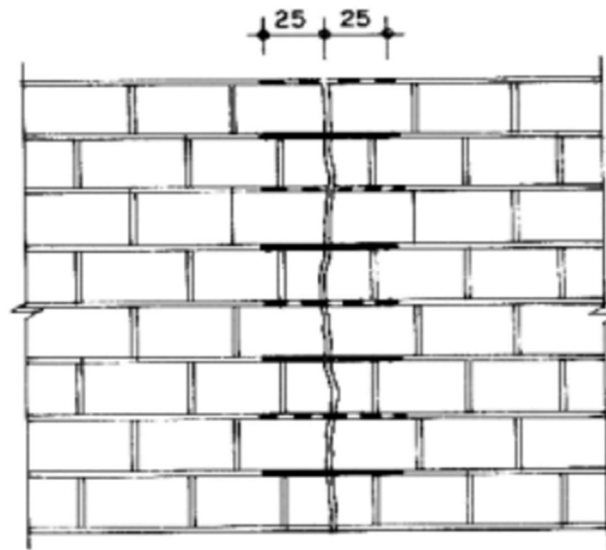
Figura 5 - Destacamento entre as alvenarias



Fonte: (TECHNE, 1998 APUD CAMPOS, 2006)

2. No caso de fissuras abrangendo a alvenaria de blocos aparente, têm-se a correção por meio da substituição dos blocos comprometidos e a alocação de ferragem nas juntas de assentamento. O aço terá o diâmetro de 4 a 5 mm e o transpasse na direção horizontal.

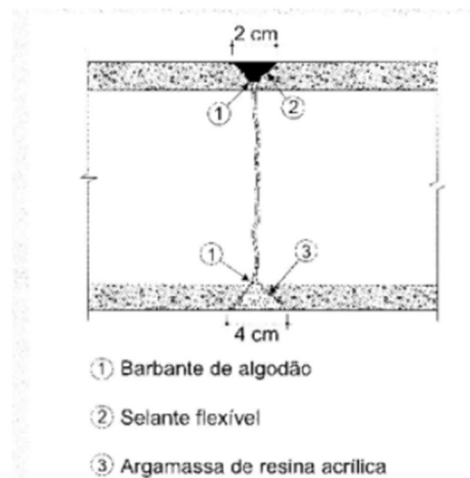
Figura 6 - Fissuramento nos blocos



Fonte: (WISSENBACH, 1990 apud CAMPOS, 2006)

3. Nas fissuras ativas com ações pouco evidenciado, normalmente são recuperadas com base na aplicação de selantes e argamassa flexível, introduzidos no local da trinca por entre a fenda aberta no formato de um “vê” com as dimensões de 2 cm de largura e 1 cm de profundidade.

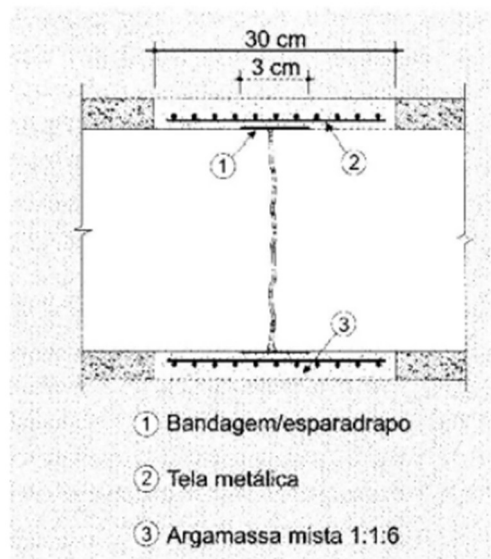
Figura 7 - Fissuras ativas recuperação



Fonte: (TECHNE, 1998 APUD CAMPOS, 2006)

4. Referindo-se às trincas acentuadas, com a finalidade de atingir uma solução mais consistente, é viável o uso de armadura na extensão fissurada ou também a tela metálica, da mesma forma aplicada no revestimento.

Figura 8 - Trincas acentuadas recuperação



Fonte: (TECHNE, 1998 APUD CAMPOS, 2006)

Com a mesma ideia, o autor Lisboa (2019) apresenta soluções complementares:

1. A aplicação de resinas polímeros expansivas. Essa técnica de reforço que objetiva conceder uma rigidez superior ao componente estrutural, que está recebendo esforços de tração desproporcionais, essa injeção da resina polímera resultará na restauração da estrutura. A aplicação pode ser feita propriamente na fissura, tornando-a rígida novamente e permitindo uma determinada deformabilidade. Além disso, esse método tende a ser uma obstrução contra os fatores externos prejudiciais à construção.

Segundo Rangel (2013) as resinas mais utilizadas na Engenharia Civil são as termofixas, resinas essas que não se refundem quando se solidificam, precisando de um catalisador e tendem a possuir propriedades elevadas às das resinas termoplásticas.

Como afirma Mohamad (2015) A aplicação pode ser realizada por gravidade ou vácuo e sob pressão. O processo constitui-se na emissão da resina nos furos anteriormente feitos de maneira distribuída, com o intuito de preencher as fissuras e os vazios no interior da alvenaria.

2. Incorporação de componentes em aço. Técnica essa para reforçar a alvenaria tendo a adição dos componentes de aço nas direções horizontais, verticais e diagonais, com a finalidade de elevar a resistência e a rigidez das paredes.

Figura 9 - Componentes de aço na alvenaria

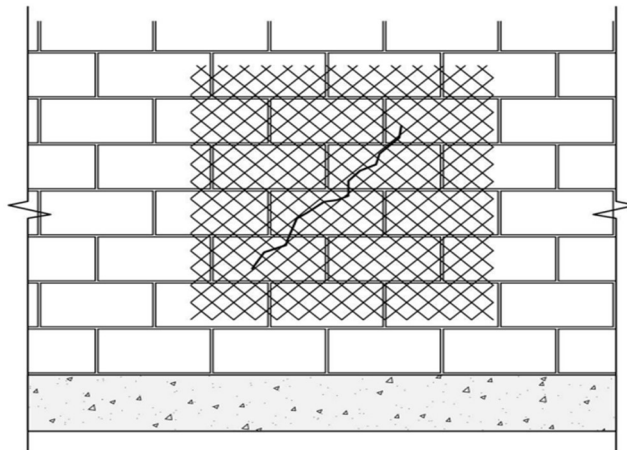


Fonte: (TAGHDI et al, 2000 apud LISBOA, 2019)

Temos como exemplo desse método a inserção de cantoneiras de aço intertravadas, na hipótese de uma degradação da parede, esse reforço vai conceder a transferência das cargas para a estrutura formada pelas cantoneiras (PIRES SOBRINHO et al., 2010 apud LISBOA, 2019)

3. A argamassa armada. Esse mecanismo tem como base a incorporação de uma tela metálica à superfície da parede de alvenaria e por último revestir a tela com argamassa. Método este que é executado para pequenos reparos, tal como na recuperação de paredes de alvenaria com fissuras, e também para a realização de reforços estruturais

Figura 10 - Argamassa armada



Fonte: (THOMAZ, 1989 adaptado por MICHELON, 2016)

Para Mohamad (2015) as principais vantagens da argamassa armada são o incremento da resistência aos esforços de cisalhamento e aos esforços de flexo-compressão, no momento da aplicação do carregamento são ocasionados pelas excentricidades.

Do mesmo modo, os autores Magalhães e Oliveira (2017) mostram a seguinte maneira:

1. Tela poliéster e massa acrílica. Esse modo de reparo é voltado para as deformações que são originadas pelas tensões de tração e cisalhamento, devido a sua grande capacidade de absorção das mesmas. Aplicando também o selante acrílico e o impermeabilizante acrílico nos procedimentos.

Figura 11 - Aplicação do selante acrílico



Fonte: (SAHADE, 2013 apud MAGALHÃES E OLIVEIRA, 2017)

Figura 12 - Aplicação da tela poliéster



Fonte: (MAGALHÃES E OLIVEIRA, 2017)

Figura 13 - Aplicação da massa acrílica



Fonte: (MAGALHÃES E OLIVEIRA, 2017)

2.7. Perspectivas gerais das fissuras e trincas

Como aponta Vitório (2003) a fissuração dos componentes que constituem a edificação é uma das categorias de problemas patológicos mais comuns e que mais desperta a atenção dos usuários pelo impacto visual e psicológico. Certos fatores causadores de fissuração conhecidos, como a retração, variação de temperatura e a agressividade do meio ambiente junto com o sentido e ângulo em que a falha se manifesta na superfície da edificação, referem o tipo de sobrecarga de tração ou compressão da estrutura, contribuindo no entendimento de causa e efeito destas manifestações patológicas (apud ZUCHETTI, 2015, p.16).

Nas palavras de Thomaz (1989) a manifestação de fissuras em um determinado membro estrutural provoca uma redistribuição de tensões por toda a extensão do membro fissurado e até mesmo nos componentes próximos de maneira que a solicitação externa geralmente acaba provinda de ser absorvida de forma globalizada pela estrutura ou parte dela. Sobrecargas pensadas ou não, são capazes de provocar trincas em estruturas de concreto armado, sem que isso acarrete necessariamente em ruptura ou instabilidade da estrutura.

Para Heerdt, Pio e Bleichvel (2016, p.6) “as trincas podem ser definidas como uma fratura linear no concreto, desenvolvendo-se parcialmente ou completamente ao longo de um elemento estrutural.”

Existem 3 momentos em que as trincas e fissuras podem aparecer, sendo elas casos próprios e inevitáveis do concreto armado (LAPA, 2008, p. 41).

Fase Plástica: na qual são capazes de aparecer trincas por efeito da retração plástica e do assentamento plástico;

Fase de endurecimento: manifestam-se com a prévia movimentação térmica, a precoce retração do endurecimento e ao assentamento desigual dos apoios;

Fase do concreto endurecido: na qual as predominantes origens do surgimento das trincas e fissuras são o subdimensionamento, o detalhamento desajustado, a construção sem cuidados fundamentais, as cargas excessivas, o ataque de sulfatos ao cimento do concreto, a corrosão das armaduras por conta dos ataques de cloretos a carbonatação e a reação álcali-agregado.

Júnior (2006) afirma que, todavia há a necessidade de efetivar acompanhamentos das trincas e fissuras encontradas, fazendo a análise da evolução dessas patologias, tendo em vista se é uma trinca ativa, que é denotada como um defeito que ainda se movimenta/expande com o tempo ou uma trinca passiva, que tem como característica permanecerem estabilizadas por muitos anos, sem alterações e expansões em seu comprimento.

Segundo Corsini (2010) “As aberturas com até 0,5 mm são chamadas de fissuras, as maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm são chamadas de trincas e por fim as com aberturas maiores de 1,0 mm são denominadas rachaduras.”

Essa classe de manifestação patológica tem seu princípio associado aos problemas estruturais, que geralmente são graves, em virtude das fundações mal calculadas ou solo incorreto, dimensionamentos imperfeitos das ferragens e cálculos estruturais imprecisos. Para estes acontecimentos o único recurso é a contratação de um engenheiro civil com experiência nessa área de patologias, para avaliar e designar os melhores métodos para serem utilizados na correção do problema (HEERDT; PIO; BLEICHVEL, 2016).

2.8. Prevenções e correções das fissuras e trincas de modo geral:

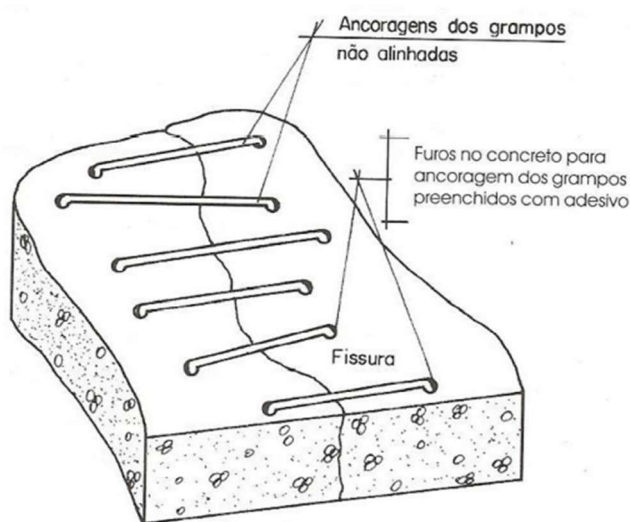
Em vista disso, para o tratamento dos locais que encontram as fissuras, vai necessitar diretamente do reconhecimento do originador do fissuramento, como também da natureza de fissura que será tratada, a sua variabilidade e da demanda de aplicação de reforços estruturais (FONSECA, 2009).

Fonseca (2009) afirma que um indispensável passo para o tratamento de uma fissuração ou trinca é fixar uma barreira para evitar a manifestação de líquidos e gases nocivos para o interior da fissura, assim evitando transmitir os efeitos nocivos para o concreto e para as armaduras.

Para as fissuras ativas, deve-se cobrir os bordos externos e realizar o enchimento com o material plástico não resistente, sendo esse fechamento um fator que vai conviver com a patologia instituída, e que vai impossibilitar a degradação do concreto. Agora para os casos de fissuras passivas (sem alterações e expansões em seu comprimento) é recomendável implantar o dispositivo protetor e também ter o cuidado para que o membro retome a funcionar e trabalhar juntamente com o todo, finalizando com o fechamento da fissura feito pelo injetamento de um material que é aderente e resistente, um exemplo seria a resina epoxídica (FONSECA, 2009).

A técnica de grampeamento poderá ser apropriada com a disposição de armadura adicional, que resistirá aos esforços de tração extra que possivelmente foi a causa da fissuração, visto que a progressão da fissura é uma causa de capacidade insuficiente de resistência localizada, essas armaduras são os chamados grampos, que tem a consistência e sua finalidade semelhante a esse mecanismo (RIPPER, 1998).

Figura 14 - Técnica de grampeamento da fissura



Fonte: (SOUZA, Vicente C. M. de; RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estrutura de concreto. 3.ed. São Paulo, Pini, 2001).

Fonseca (2009, p.49) sustenta que, com o melhor dimensionamento dos efeitos, os grampos devem ser utilizados de maneira que não inserem esforços em linhas, os de ancoragem do concreto é ideal serem dispostos em relação ao eixo da fissura e possuir comprimento versátil.

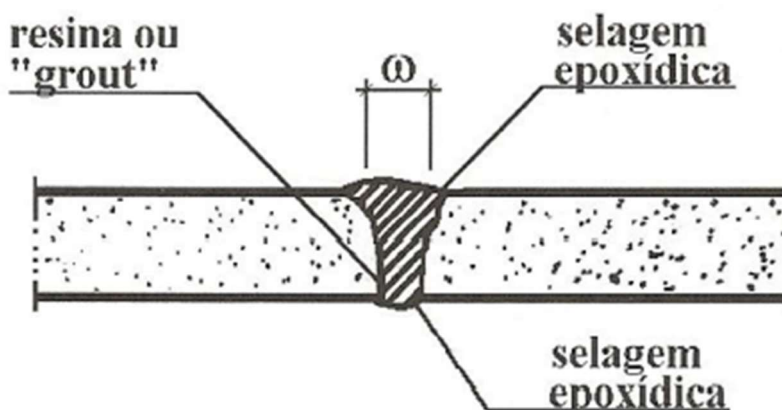
Visando a execução da técnica de costura da fissura, é ideal fazer o descarregamento da estrutura, criar espaçamentos na superfície do concreto que serão fixadas as barras de costura, com os buracos cobertos com o adesivo conveniente. Fazer a inserção na trinca de resina epoxídicas ou cimentícias, executando a selagem no nível superior ao dos espaçamentos realizados, com isso o grampeamento é efetuado após a inserção da resina epoxídica (FONSECA, 2009).

Para a técnica de selagem serão utilizados os grampos e enchimentos das inserções com o mesmo adesivo da técnica de costura.

A técnica de selagem consiste na vedação das bordas das fissuras ativas utilizando um material com característica aderente, que tem a resistência mecânica e química, não ser retrátil e com o módulo de elasticidade satisfatório mecanicamente para adequar com a deformação que terá a fissura (FONSECA, 2009).

Como aponta Fonseca (2009, p.49) na situação da fissura ser com a abertura entre 10mm e 30mm é ideal ser realizado um enchimento na mesma direção, com grout a base de epóxi.

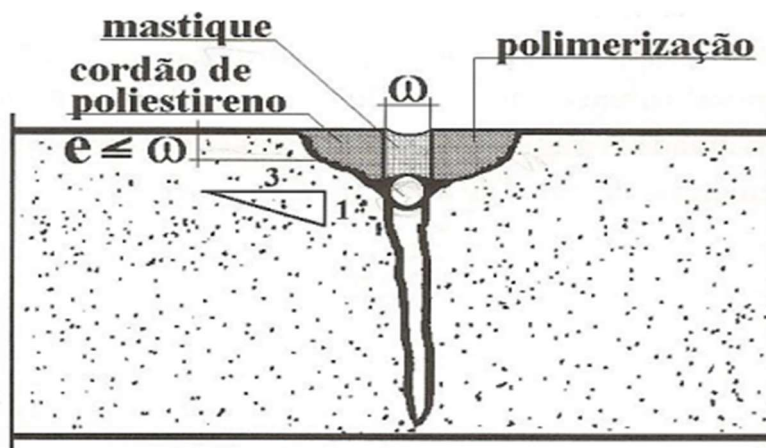
Figura 15 - Técnica em fissuras com abertura entre 10mm e 30mm



Fonte: (SOUZA, Vicente C. M. de; RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estrutura de concreto. 3.ed. São Paulo, Pini, 2001).

Já para as fissuras com a abertura superior a 30mm, Fonseca (2009, p.49) aponta que terá a implantação de um cordão de poliestireno extrudado XPS, ou também de uma mangueira plástica que resultaria igualmente, implantação essa para exercer o apoio ou isolamento do selante aplicado no fundo da fissura.

Figura 16 - Técnica em fissuras com mais de 30mm



Fonte: (SOUZA, Vicente C. M. de; RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estrutura de concreto. 3.ed. São Paulo, Pini, 2001).

As implementações de reforços exigem uma consulta no desenvolvimento dos cálculos estruturais, quando há a mudança na funcionalidade da estrutura, seja com o aumento das cargas de utilização, e também de efeitos de danificação que a estrutura recebeu, principalmente nos casos que o reforço será aplicado nos procedimentos de recuperação, com base nesses cálculos vão ser determinados os elementos básicos para a implantação das peças da estrutura que será tratada com o reforço, visando a recuperação dos desempenhos e aspectos próximos aos originais (RIPPER, 1998).

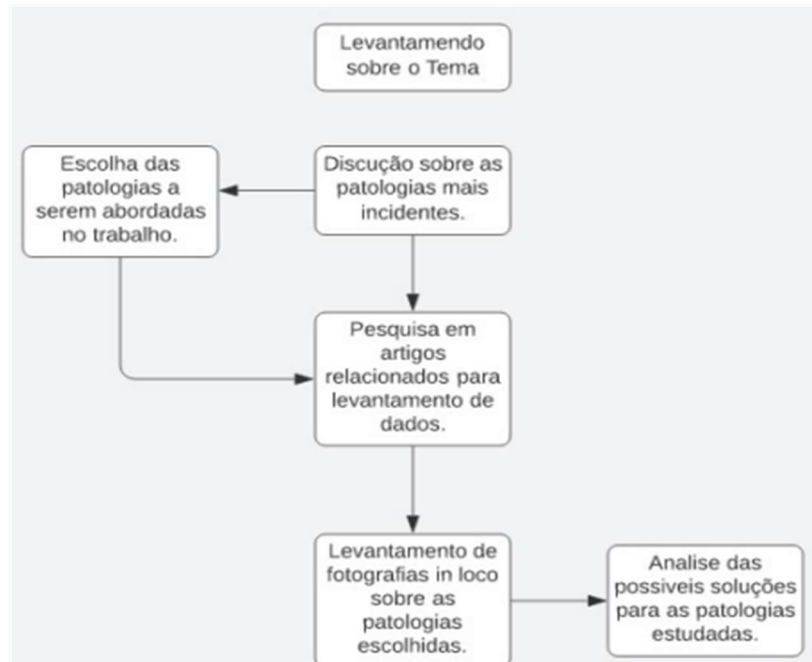
3. METODOLOGIA

3.1. Tipo de estudo

Foi realizado um estudo de revisão sistemática da literatura, de caráter qualitativo, que teve como objetivo resumir toda informação existente sobre o fenômeno estudado - patologias encontradas no método de construção de alvenaria resistente - de maneira imparcial e completa. Essa pesquisa foi realizada com levantamento de dados sobre as patologias apresentadas a partir de outros artigos relacionados para verificar a incidência juntamente com a causa e possíveis soluções.

A revisão literária foi baseada em um Estudo de caso, que, por sua vez, é uma estratégia de pesquisa científica que analisa o fenômeno das patologias, em seu contexto e as variáveis que influenciaram esse tipo de evento.

Figura 17 - Etapas da pesquisa



Como foi apresentado no fluxograma exposto, para o tipo de estudo a ser definido, foi seguido cada uma das etapas propostas desde a discussão inicial, onde foram levantadas as patologias que mais aparecem nas construções em concordância com o método de construção a ser observado. Em seguida, após as pesquisas bibliográficas a respeito do assunto escolhido para a fundamentação teórica, foi realizada a visita in loco para averiguação das patologias estudadas e registro por fotos. Por último, com base nas pesquisas levantadas, foram elencadas as possíveis soluções para as principais patologias apresentadas na construção estudada.

3.2. Local de estudo

O local do estudo foi uma residência localizada na cidade de Catalão-GO, que tem como método construtivo a alvenaria resistente, tal método esse que foi pesquisado, e adquirido um conhecimento detalhado por meio das bibliografias, para melhor compreensão dos problemas que foram encontrados e analisados no presente caso.

Foi realizada uma pesquisa de campo que corresponde à técnica construtiva estudada juntamente com as patologias que são oriundas desse método em questão, sendo possível, por meio das imagens, verificar o que ocorre com a construção.

3.3. Coleta de dados

Foram considerados os artigos que englobam as manifestações patológicas na alvenaria resistente, uma vez que o local estudado apresentou indícios de fissuras causadas inicialmente a primeira vista pelo fato da sobrecarga exercida pelo telhado da casa, visto que a construção não possui um suporte/sustentação próprio para receber a carga que o telhado aplica.



Assim foram incluídos os artigos que mencionaram e analisaram como a excesso de carga exercida pelo telhado pode ocasionar uma fissura na parede externa no canto superior próximo ao apoio do telhado.

3.4. Metodologia de análise de dados

O presente artigo foi uma revisão sistemática da literatura que foi realizado por meio de uma vistoria de outros estudos. Essa análise visou a obtenção de dados como o tipo de telhado utilizado, o bloco cerâmico de vedação e o método de construção. Todos os dados coletados foram analisados por métodos comparativos e foram descritos de acordo com os resultados prevalentes.

3.5. Análise crítica

Pode-se observar os possíveis cuidados acerca do problema apresentado, com base nas possíveis manifestações que poderão se originar em outras localidade da construção, e também se tratando de fissuras ativas, poderão expandir o seu tamanho e gerar adversidades com o tempo, por isso o mais adequado seria a manutenção provisória observando os locais estudados.

3.6. Desfecho

Dessa forma, após o levantamento e a análise das manifestações patológicas encontradas na construção, a que mais se destacou foi a fissura encontrada na parede da residência, a mesma estava localizada na parte superior, próxima ao apoio da parte da cobertura que fora executada, com isso foram realizados levantamentos bibliográficos para encontrar possíveis causas, fundamentos, considerações e possíveis soluções para o tipo de manifestação patológica encontrada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base no que foi levantado pelas pesquisas bibliográficas é notório as incidências de manifestações como as trincas e fissuras nas estruturas com o sistema construtivo de alvenaria resistente, que por sua vez se não forem acompanhadas e tratadas corretamente pode vir a ser um problema muito mais grave no futuro.

Na residência em análise, localizada na cidade de Catalão-GO, seu processo construtivo foi a de alvenaria resistente e foi constatado trincas nas extremidades superiores das paredes da construção, como mostram as figuras abaixo.

Figura 18 – Residência Analisada



Fonte: Autores

Figura 18 – Residência Analisada



Fonte: Autores

Figura 19 e 20 - Patologia analisada



Fonte: Autores

Figura 21 e 22 - Patologia analisada



Fonte: Autores

Figura 23 - Patologia analisada



Fonte: Autores

Dessa forma, através das pesquisas bibliográficas, que as possíveis causas das manifestações patológicas encontradas e relatadas, foram elencados 3 principais motivos. O primeiro, foi a possível sobrecarga que a estrutura do telhado exerceu sobre as paredes, e, como relata o autor Thomaz (1998), as sobrecargas não previstas para a estrutura como também a deformabilidade alta e recalques de fundação, são agentes catalisadores para o aparecimento destas manifestações patológicas.

O segundo fator abrange o coeficiente de desempenho das paredes e membros da edificação em associação aos esforços transmitidos, como descreve Campos (2006) o aparecimento de fissuras se darão pelo fato do baixo desempenho em relação aos esforços de tração, cisalhamento e também flexão, tudo isso juntamente com a argamassa de assentamento e as propriedades da alvenaria tornam-se um material de propriedade heterogêneo com diferentes propriedades mecânicas e elásticas contribuindo para o aparecimento das patologias.

A terceira causa evidencia a importância para esse processo de construção (e para todos os demais) em relação a qualidade dos materiais e da mão de obra, visando uma maior segurança. Alves (2006) afirma que quando não se é atentado a este detalhes podem vir a surgir maiores circunstâncias para o aparecimento de manifestações patológicas.

Elaborando um dimensionamento da carga que o telhado exerce sobre a estrutura da parede, tendo em vista a primeira causa analisada que é a de sobrecarga, foi observado os seguintes valores utilizando a NBR 6120/2019 para a determinação das cargas concebidas das telhas e estruturas do telhado.

Área do telhado analisado:

$$1^{\circ} \text{ Área} = 5,65m \times 10,40m = 58,76m^2$$

$$2^{\circ} \text{ Área} = 5,89m \times 13,56m = 79,86m^2$$



Quantidade de telhas:

$$\text{Área total } 138,62\text{m}^2 \times 10,4 \text{ telhas/m}^2 = 1442 \text{ telhas}$$

Peso total das telhas:

$$1442 \text{ telhas} \times 4\text{kg} = 5768\text{kg}$$
$$\text{Sendo } 41,61 \text{ kg/m}^2 \text{ ou } 0,4161 \text{ kN/m}^2$$

Madeiramento/estrutura:

$$\text{Peso } 0,4161 \text{ kN/m}^2 - 0,6 \text{ kN/m}^2 = 0,1839 \text{ kN/m}^2$$

Carga total:

$$\text{Soma das cargas das telhas e do madeiramento/estrutura} = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Carga total} = \text{Soma das cargas} \times \text{Área total}$$

$$\text{Carga total} = 0,60 \text{ kN/m}^2 \times 138,62 \text{ m}^2 = 83,172 \text{ kN ou } 8317,2 \text{ kg}$$

Carga em relação aos pontos de apoio:

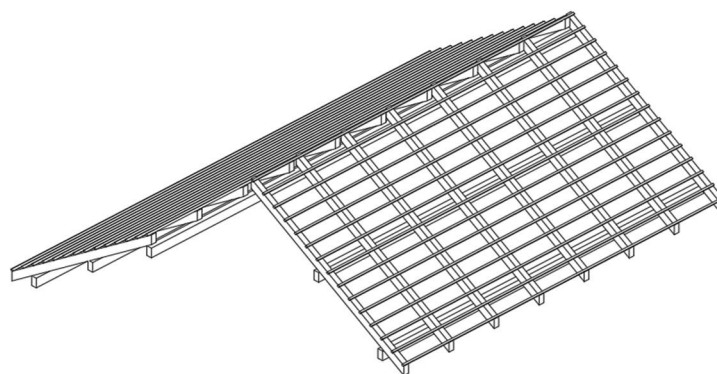
$$\text{Extremidade, 7 pontos de apoio sendo } 0,6 \text{ kN/m}^2 \times 6,52 \text{ m}^2 = 3,936 \text{ kN}$$

$$\text{Centrais, 7 pontos de apoio sendo } 0,6 \text{ kN/m}^2 \times 13,24 \text{ m}^2 = 7,944 \text{ kN}$$

Em vista disso, é possível notar um valor elevado na carga total do telhado, além disso, a estrutura não dispõe de uma viga pré dimensionada para receber tal carga apresentada. Alguns autores como Moura (2015), realizaram ensaios com painéis de alvenaria com bloco cerâmicos de vedação com função estrutural, sendo a carga aplicada por uma prensa hidráulica, o autor relata que quando a carga posta atingiu os 60 KN apareceram fissuras horizontais, ele também afirma que essas fissuras manifestadas pela má qualidade dos blocos cerâmicos e de um desajustado assentamento.

As figuras apresentadas mostram com mais detalhes os locais onde foram encontradas as fissuras nos apoios e também as dimensões e especificações do telhado estudado.

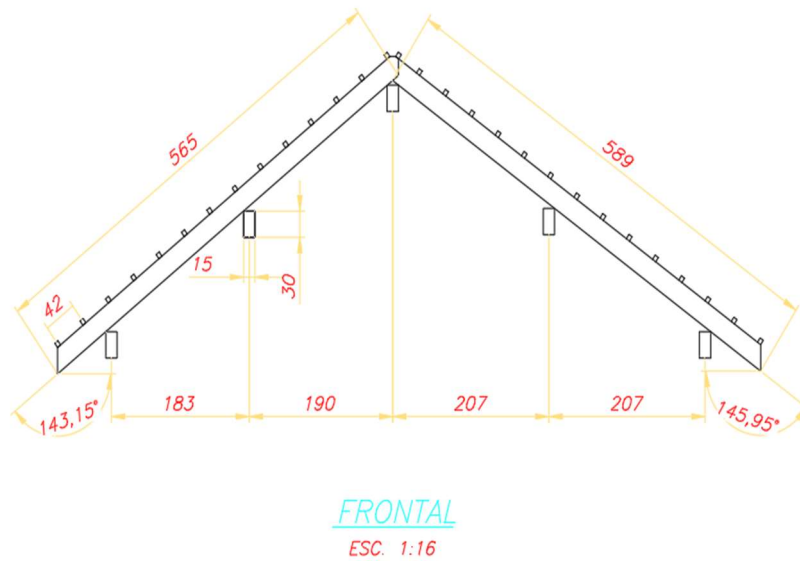
Figura 24 – Modelo do telhado



ISOMETRICA
ESC. 1:16

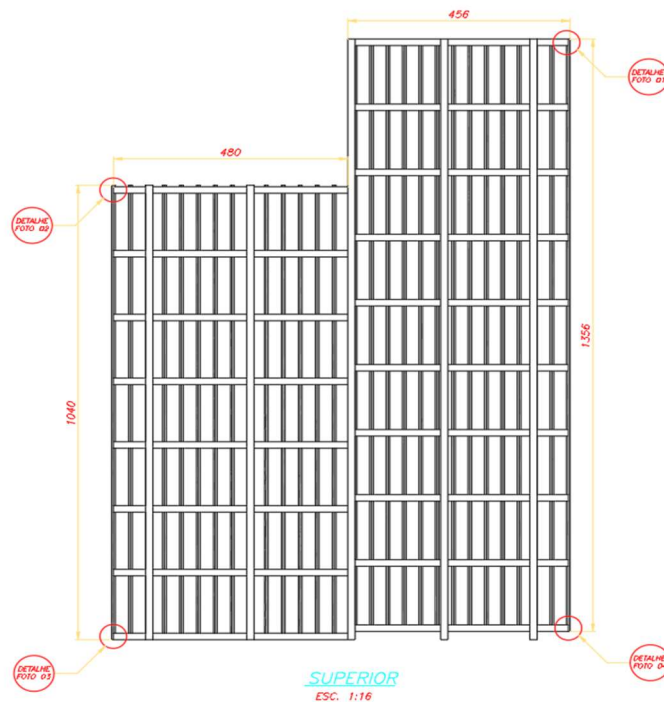
Fonte: Autores

Figura 25 – Vista frontal do telhado



Fonte: Autores

Figura 26 – Planta de cobertura



Fonte: Autores

Por conseguinte, após a análise das eventuais causas para essas manifestações de fissuras, através dos conhecimentos bibliográficos, foram obtidas as possíveis formas de recompor as paredes fissuradas, devolvendo a elas as condições mais próximas de seu desempenho originário.

O primeiro método consiste na técnica de grampeamento apresentada por Ripper (1998) a técnica de grampeamento consiste no transpasse de armaduras adicionais perpendiculares à fissura ou trinca travando a mesma para resistir aos esforços de tração.

O segundo procedimento apresentado consiste nas aplicações de materiais como selantes flexíveis ou material epoxídico para empregar seus efeitos e assim realizar o



tratamento da fissura até a sua vedação, como mostra os autores Campos (2006) e Lisboa (2019).

O terceiro método corresponde a aplicação da argamassa armada, alocando uma tela metálica à superfície da parede com a fissura e por final revesti-la com a argamassa, como demonstra o autor Lisboa (2019). Nesta ocasião de modo semelhante, mas com outros tipos de materiais, os autores Magalhães e Oliveira (2017) indicam a aplicação de massa acrílica juntamente com a tela de poliéster.

Portanto, dentre as prováveis causas encontradas e analisadas mediante a pesquisas bibliográficas, foi concluído que o mais provável fator das fissuras analisadas foi às possíveis falhas de construção e a sobrecarga não prevista exercida pelo telhado, seja por acréscimo ou redistribuição dos esforços.

Sendo assim, após analisar as técnicas apropriadas nas pesquisas bibliográficas, tem-se que para a manifestação das fissuras encontradas na residência em estudo, o melhor procedimento de reparo seria a aplicação da argamassa armada ou a aplicabilidade da massa acrílica com a tela poliéster.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho compreendeu como objetivo identificar as causas primárias da fissuração em construções de concreto armado e/ou alvenaria, observado no método de construção de alvenaria resistente, trazendo bem como as medidas preventivas a adotar perante o aparecimento de fissuras, e a realização de estudos de caso em locais específicos.

Além disso, a fundamentação deste estudo permite o diagnóstico das potenciais causas de fissuras e a sugestão de opções de tratamento para as mesmas, enfatizando que a alvenaria resistente, que é uma técnica largamente utilizada, apresenta algumas falhas que podem ser evitadas pelo planejamento e manuseio correto e também podem ser solucionadas com o entendimento adequado.

No entanto, dado que existe uma grande variedade de agentes causadores e diferentes formas de manifestação de fissuras em concreto armado e alvenaria e pelo fato de cada situação ser distinta da outra, é de grande dificuldade recomendar um método de correção adequado para todos os casos, encontradas na prática, por isso é de suma importância uma análise minuciosa de cada situação, podendo encontrar assim as causas e origens da patologia que é a primeira etapa do processo para encontrar uma solução para a manifestação e fornecer diagnósticos corretos e precisos, se necessário, além de métodos de reparos que podem ser oferecidos juntamente dos procedimentos de reforços e recuperação.

Os estudos sobre as fissuras são importantes devido ao fato das mesmas poderem reduzir a durabilidade permitindo principalmente a infiltração, que pode vir a causar outras patologias como corrosão de armaduras e proliferação de microrganismos, reduzindo a vida útil da edificação e seu valor. Elas surgem principalmente por causa de problemas estruturais como recalques e sobrecargas.

Apesar desse método de construção não ser regido por normas e com uma tecnologia abundante que os outros métodos possuem, ele se mostra funcional, à medida que ele revela uma resistência adequada, o que pode explicar a sua popularidade, além do baixo custo. Para que os danos sejam evitados, é importante que o profissional saiba executar, de maneira correta, cada etapa do planejamento, pois cada elemento influencia na resistência final da obra.

Por fim, é aconselhável a escolha apropriada da técnica de correção, pois uma escolha inadequada pode vir a causar até o agravamento do problema e dificultar a elaboração do planejamento de terapia da manifestação. Um dos principais fatores para prevenir as manifestações patológicas é o de condicionamento dos materiais e das técnicas aplicadas na hora da construção e posteriormente o hábito de manutenções preventivas, todos estes aspectos analisados são de suma importância para a durabilidade e segurança da obra, resguardando tanto o profissional quanto os usuários finais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10837: **Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. Rio de Janeiro. 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: **Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro. 2019.

CASOTTI, Denis Eduardo. **Causas e recuperação de fissuras em alvenaria**. 2007. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Engenharia Civil da Universidade São Francisco, Itatiba.

CORSINI, R. **Trinca ou fissura?** , 2010. Artigo - Revista Técnica. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-seoriginam-quais-os-tipos-179241-1.asp>, acesso em 12/09/2022.

Dias Campos, Mauricio; Almeida de Oliveira, Romilde. **Considerações sobre soluções para recuperação de prédios construídos com alvenaria resistente**. 2006. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

FONSECA, Eliana Amorim C. **Fissuras, trincas, causas, prevenções e terapia em edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Edificação – Excelência construtiva e anomalias) -Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/bitstream/handle/10899/184/Eliana%20Amorim%20Coutinho%20Fonseca1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 de Setembro de 2022.

HEERDT, Giordano Bruno; PIO, Vanessa Mafra; BLEICHVEL, Natália Cristina Thiem. **Principais patologias na construção civil**. Trabalho de Graduação, Bacharelado em Engenharia Civil-Faculdade Metropolitana de Rio do Sul–UNIASSELVI/FAMESUL, Rio do Sul, 2016.

HELENE, Paulo L. **Manual para reparo, reforço e proteção do concreto**. 2.ed. [São Paulo], Pini, 1992; p.177-201.

JUNIOR, Clémenceau Chiabi Saliba. **Trincas nas edificações**. Obras On Line, Minas Gerais, 2006.

LAPA, José Silva, **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologia,%20Recupera%E7%E3o%20>. Acesso em: 10 de Setembro de 2022.

LISBOA, JOSÉ VICTOR DE CARVALHO. **Patologias nas construções em alvenaria estrutural**. 2019. 76 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

MAGALHÃES, Letícia Ferreira e OLIVEIRA, Camila Amélia Martins de. **Análise e Reparação de Fissuras em Concreto Armado e Alvenaria**. Caratinga, 2017. Trabalho de



Conclusão de Curso Superior de Engenharia Civil. Faculdades Integradas de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2017.

Manoel de Freitas Mota, João; Almeida de Oliveira, Romilde. **Influência da argamassa de revestimento na resistência à compressão axial em prismas de alvenaria resistente de blocos cerâmicos.** 2006. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

Moura, Felipe Alves. **Desempenho mecânico da alvenaria de vedação com função estrutural.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, 2015.

MOHAMAD, G. (coord.) **Construções em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho.** São Paulo: Edgard Blücher, 2015.

NOBOA FILHO, Salvador. **Sobre o emprego de tijolos e blocos de vedação com função estrutural em edificações de pequeno porte..** 2007. 341 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

OLIVEIRA, R. A. **Notas de Aulas da Disciplina: Alvenaria Estrutural** – Mestrado de Estruturas, UFPE – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, F. A. N.; PIRES SOBRINHO, C. W. de A.; AZEVEDO, A. A. C. de. **Edificações em alvenaria resistente na região metropolitana do Recife.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 175-199, abr./jun. 2017.

RANGEL, G. W. A. **Avaliação do desempenho estrutural de painéis de alvenaria de blocos de concreto reforçados com PRFC.** 2013. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifício: Causas, prevenção e recuperação.** 1ª ed. São Paulo, Pini, 1989.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de, & RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** 1998. 257 f. Editora Pini/SP, 3ª edição, 2001.

THOMAZ, Ercio. - **Prevenção e recuperação de fissuras em alvenaria.** Revista Técnica, nov/dez 98, p.52 – 49. Ed. PINI. São Paulo (1998).

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari/RS.** 2015. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, nov. 2015.