



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL**

MÁRCIO ROBERTO CAZITA

FISSURAS E TRINCAS NAS ALVENARIAS EM OBRAS DE CONCRETO ARMADO

UBÁ/MG

2014

MÁRCIO ROBERTO CAZITA

FISSURAS E TRINCAS NAS ALVENARIAS EM OBRAS DE CONCRETO ARMADO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá - FUPAC, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: MSc. Israel Iasbik.

UBÁ/MG

2014

FISSURAS E TRINCAS NAS ALVENARIAS EM OBRAS DE CONCRETO ARMADO

RESUMO

As patologias estão sempre presentes nas mais diversas obras. Serão mostrados neste estudo, análise e métodos de prevenção de fissuras. Atualmente, as estruturas de concreto, residenciais e comerciais, estão dispostas para pavimentos múltiplos. O avanço tecnológico das construções tem contribuído para obras de pavimentos múltiplos. Com tudo, estes recursos conduzem a uma forte aceleração na execução das estruturas, promovendo atuação de sobrecargas permanente e acidental, à idade muito inferior a necessária ao bom desempenho de vigas e pilares. Também em alguns casos mais críticos das patologias, estão relacionadas a falhas de projetos estruturais. Todos estes desrespeitos às normas têm conduzido ao aparecimento de problemas patológicos. As alvenarias podem ser consideradas um importante sistema de vedação empregado no Brasil e é diretamente afetado pela forma que se construiu toda obra, embora a maior atenção seja dada ao concreto armado, que ocupa o lugar de maior destaque na produção das estruturas. As alvenarias continuam sendo muito empregadas como vedação e construção de residências. Alguns parâmetros e detalhes construtivos devem ser considerados no projeto de alvenaria e estrutura para evitar uma parte importante destas fissuras. A observação de métodos construtivos estabelecidos por normas expressa em projetos e tecnologias no uso de execução das alvenarias como, métodos de uso de telas metálicas, encunhamento realizado de forma correta, argamassas desenvolvidos com finalidade de ligações entre estrutura de concreto e alvenaria, mostram um desempenho satisfatório nas prevenções, mas ainda não se conseguiu soluções que levassem a erradicação deste problema, que necessita de pesquisas mais aprofundadas.

Palavras chaves: Alvenaria. Patologia. Fissura. Prevenção. Concreto.

CRACKS AND CRACKS IN MASONRY WORKS IN CONCRETE ARMED

ABSTRACT

The conditions are always present in several works. Currently, concrete structures, residential and commercial, are arranging for multiple decks. The technological advancement of equipment and construction material has contributed to lower costs of buildings and increasingly slender buildings. With all these features lead to a strong acceleration in the performance of masonry structures and promoting action of permanent and accidental overloads, age much less than necessary for the proper performance of beams and columns. Also in some critical cases of diseases are related to structural design flaws. All these slights norms, have led to the emergence of pathological problems. Masonry that can be considered an important sealing system used in Brazil, is directly affected by the way we constructed the whole work, although more attention is paid to the concrete, which occupies the most prominent place in the production of structures. Masonry remains much employed as sealing and construction of residences. Some parameters and construction details should be considered in the design of masonry structures and to avoid a major part of these cracks. The observation of construction methods established by rules expressed in the design and implementation technologies in the use of masonry as methods of using wire mesh, wedging done correctly, mortars developed with the purpose of connections between concrete structure and masonry, show a performance satisfactory in prevention, but still cannot be solutions that could lead to the eradication of this problem, which needs further research.

Key words: Masonry. Pathology. Fissure. Prevention. Concrete.

1 INTRODUÇÃO

Desde as primeiras notícias sobre construção, as técnicas construtivas têm evoluído assim como o ser humano, porém mesmo com o desenvolvimento de vários estudos na área, ainda surgem nas construções alguns defeitos que prejudicam o desempenho pretendido nas edificações. Dentre os defeitos patológicos existentes, destacam-se as trincas e fissuras nas alvenarias de vedação devido a três aspectos relevantes: atritos entre clientes e construtoras quanto ao investimento feito, aviso de algum problema estrutural e comprometimento do seu tempo de vida. Fissuras e trincas 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 ou trinca. Além da finalidade de vedação, as paredes de alvenaria podem receber aberturas para portas e janelas, onde ocorrem acúmulos de tensões levando ao aparecimento de fissuras e trincas (THOMAZ, 1989).

O cimento teve sua ascensão no século XVIII com maiores investimentos e a industrialização do mesmo no século seguinte, fez com que em meados desse mesmo século na França, fosse desenvolvido o primeiro elemento em concreto armado e teve grande expansão no século XX, em que foi usado nas mais diversas obras daquela época (CAMACHO, 2006).

Edifique (2014), ressalta que estrutura de concreto armado é, certamente, a mais empregada no Brasil. Utilizando barras de aço, (armaduras inseridas no concreto moldado "*in loco*", em formas de madeira) agregados (areia pedra britada) e cimento, que permite a obtenção de estruturas aptas a resistir á cargas. Para isso, no entanto, é necessário que elas sejam convenientemente calculadas por Engenheiro; especialistas que elaborarão o projeto estrutural.

Para Magalhães (2004), afirma que a investigação dos problemas de fissuração em paredes de alvenaria mantém-se atual, com pesquisas desenvolvidas nas últimas décadas no domínio da construção e mudanças construtivas evoluindo o setor. A fissuração das alvenarias é um fenômeno que tem-se demonstrado crescente com origem em falhas técnicas objetivas, cuja incidência afeta o desempenho de grande número de fachadas e paredes internas, o que justifica o estudo preventivo.

1.1 Objetivo

Apontar as causas de trincas e fissuras de maior ocorrência em obras de concreto armado, vedadas em alvenarias com tijolos cerâmicos e apresentar métodos construtivos para a prevenção destas patologias.

1.2 Justificativa

No atual cenário em que se encontra a economia na construção civil, parâmetro como qualidade, segurança, custos e cumprimento de prazos são fundamentais, pois além de nortear a construção também são essenciais nos serviços de manutenção. Muitas vezes a atender esses parâmetros leva a serviços de má qualidade. Conseguir qualidade aliada a preços, prazos e segurança é desafio constante da engenharia civil. Na busca pela excelência, novas técnicas construtivas serão abordadas no trabalho.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Propriedades e características dos materiais

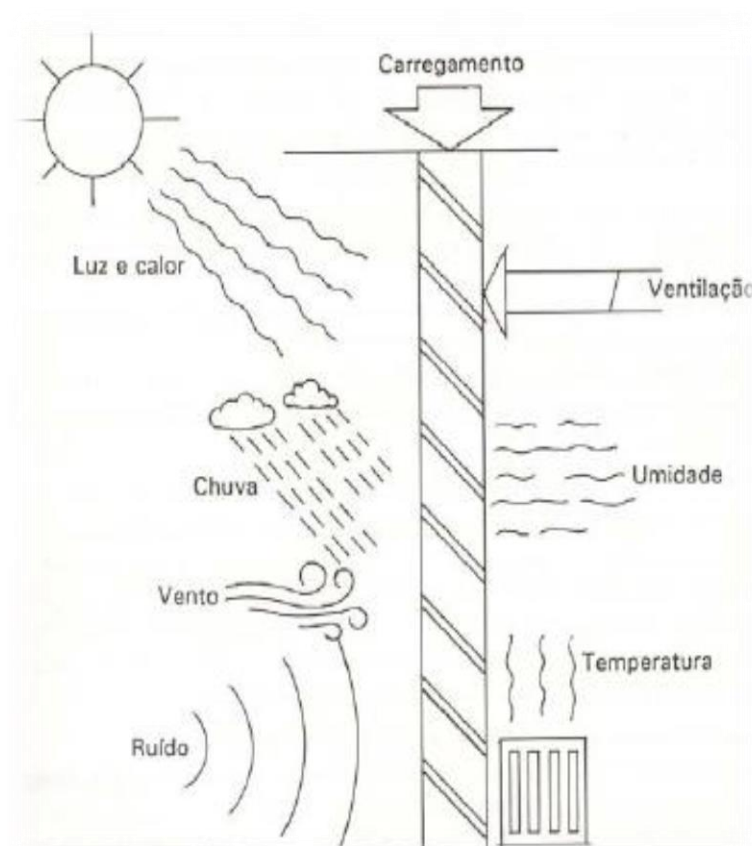
2.1.2 Alvenarias

Uma das mais antigas, a indústria cerâmica, evoluiu ao longo dos anos tendo grande expansão no século XVIII com uso de tecnologia moderna e com estudos realizados na época. E ainda hoje continua sendo uma das principais fornecedoras de tijolos que são usados maciçamente nas alvenarias de vedação (BAUER, 2000).

Azeredo (2009), define alvenaria como: conjunto coeso e rígido, conformada em uma obra de tijolos ou blocos, unidos entre si, que ofereça resistência e durabilidade. Medeiros e Franco (1999), complementam que as paredes desempenham a função de harmonia com os demais ambientes, assegurando resistência mecânica, segurança contra incêndios e durabilidade. Para Yazigi (2009), alvenaria é; o conjunto de paredes, muros e obras similares, composto de pedras naturais, blocos, tijolos artificiais e outros, ligados ou não por argamassa. Alvenarias de vedação são superfícies verticais planas que podem dividir ou fechar determinados espaços de uma edificação. Funciona também como isolante térmico, acústico, proteção contra ações climáticas, permitindo ainda a passagem de dutos para a instalação hidráulica e elétrica.

A (FIG 01), mostra as principais ações que as alvenarias podem ser submetidas ao longo de sua vida útil; umidade, cargas, ondas sonoras, variações de temperatura, ventos, radiações dos raios solares e chuvas.

FIGURA 01- Ações atuantes sobre as alvenarias



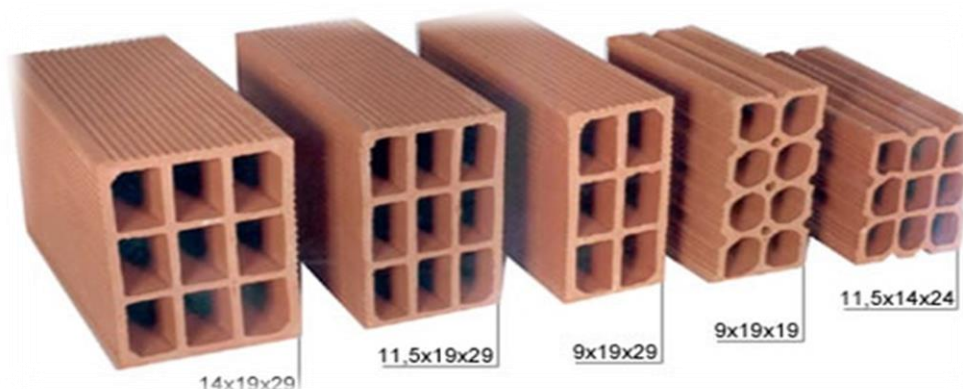
Fonte: SAHADE, 2005, p.9

2.1.3 Tijolo furado

Segundo Azeredo (2009), tijolos furados são produtos fabricados a partir de argila levados ao forno. São laminados ou moldados com ranhuras no lado externo, que ajuda na aderência de argamassas e com canais no seu interior que diminui seu peso, consequentemente as fundações ficam mais econômicas. A finalidade é de separar compartimentos e fechar a estrutura de concreto, internas e externas. Tem forma paralelepípedo retangular, com dimensões variadas conforme número de furos.

A (FIG 02), mostra alguns tamanhos de tijolos furados, também conhecidos como tijolo baiano.

FIGURA 02- Tijolos furados

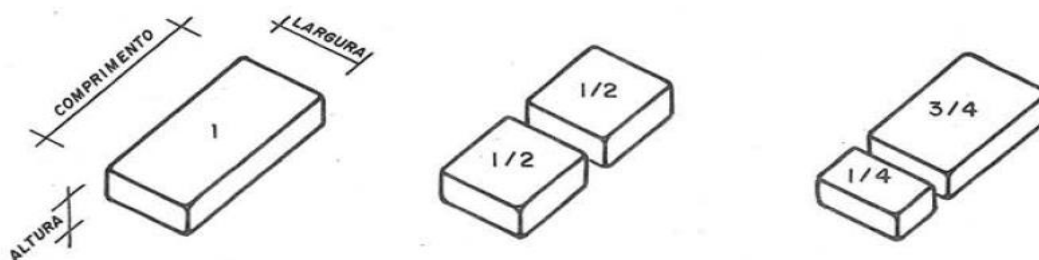


Fonte: O AUTOR

2.1.4 Tijolo comum

O tijolo comum Segundo Azeredo (2009), tem como matéria-prima de fabricação a argila, misturada com um percentual de terra arenosa e um pouco de água até formar uma pasta. Dessa pasta os tijolos são moldados em fôrmas e colocados a secar ao sol, depois em fornos com a temperatura entre 900°C e 1100° °C. Os tijolos mais próximos do fogo adquirem uma resistência maior do que os mais afastados. O bom tijolo tem uma superfície porosa e áspera e suas arestas são vivas e duras e quando quebrado, apresenta saliência e reentrância. O seu peso varia entre 2 a 3 kg e sua resistência deve atingir no mínimo, 1,5 Mpa (MEGA PASCAL) ou 15 Kgf/cm². O tijolo comum é cortado conforme o tamanho necessário para amarração de paredes. O tamanho mais comum é em centímetros, 20x5x10 comprimento, altura, largura, respectivamente. Tem uso em paredes, muros em geral, pilares, fundações diretas, pisos secundários, para fechamento de vãos e no encunhamento das alvenarias. A (FIG 03), detalha o formato e cortes nos tijolos maciços.

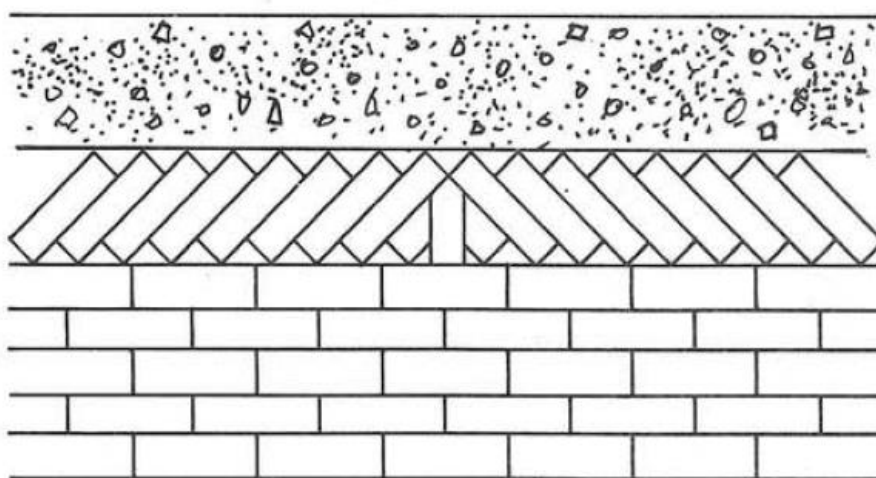
FIGURA 03- Tijolo de argila



Fonte: AZEREDO 2009, p. 126

A (FIG 04), mostra o posicionamento mais indicado para assentamento de tijolos maciços e também para tijolos furados. É o tipo usado na construção. O modelo de assentamento garante maior rigidez, rendimento na produção em execução de paredes, diminui a possibilidade do aparecimento de fissuras, tem maior aproveitamento dos tijolos quebrados, pois podem ser usados no início das amarras e nas interas de finalizações. Com tudo isso, esta forma de travamento se mantém viável nas construções (AZEREDO, 2009).

FIGURA 04- Posicionamento dos tijolos



Fonte: AZEREDO 2009, p. 131

2.1.5 Argamassas

Azeredo (2009), relata que é descuido que a argamassa não receba a importância necessária dentro de um canteiro de obra como o concreto, sendo ela responsável pela ligação dos elementos e também contribuindo para qualidade dos acabamentos internos e externos.

Fiorito (2009), ressalta que devido a sua elevada resistência e endurecimento são utilizadas como base para o assentamento das alvenarias, emboço e reboco.

Para Yazigi (2009), argamassa pode ser feita através do cimento, cal e misturas de agregados, mas ele a define como sendo uma mistura íntima e homogênea de aglomerante de origem mineral, agregado miúdo, água e eventualmente, aditivos em proporções adequadas a determinada finalidade, com capacidade de endurecimento e de resistência aos esforços internos e externos que são originários da ação do tempo, impactos solicitantes e ao próprio desgaste.

2.1.6 Concreto armado

Segundo Botelho e Marchetti (2013), os primeiros arquétipos de concreto teve sua origem nos tempos do império romano e egípcio. Afirmam também que já nesta época, era usado em larga escala nas construções de pilares nas pontes e conhecia o grande poder de resistência a compressão das pedras, porém eram limitados a pequenos vãos quando usavam as pedras como vigas, não se usavam armações em aço, material que acompanha quase todas as obras executadas em concreto nos dias de hoje. Sendo que apenas no século XVIII foi disseminado com o surgimento da ciência industrial do aço para a fabricação.

Concreto armado é um composto formado por barras de aço entrelaçadas, amarradas e revestidas pelo concreto. O concreto é formado por agregados (geralmente areia e pedra britada), água, cimento e apresenta alta resistência a compressão, porém essa qualidade não é encontrada nos efeitos de tração, que fica em torno de 10 % da compressão suportada, onde são utilizadas as barras de aço para submergir estes esforços. A utilização de aço e concreto só é possível devido à boa tolerância que existe entre estes dois materiais, permitindo que trabalhem de forma parecida quando estão submetidos a cargas. O concreto também tem função protetora, cobrindo as barras de aço evitando a corrosão, isso desde que a cobertura mínima esteja em consonância com as normas para o local e as fissuras presentes sejam restringidas (BOTELHO E MARCHETTI, 2013).

De acordo com a regulamentação da NBR 6118, o concreto para estruturas deve possuir resistência mínima a compressão de 20 Mpa (Mega Pascal) ou 200Kg/cm².

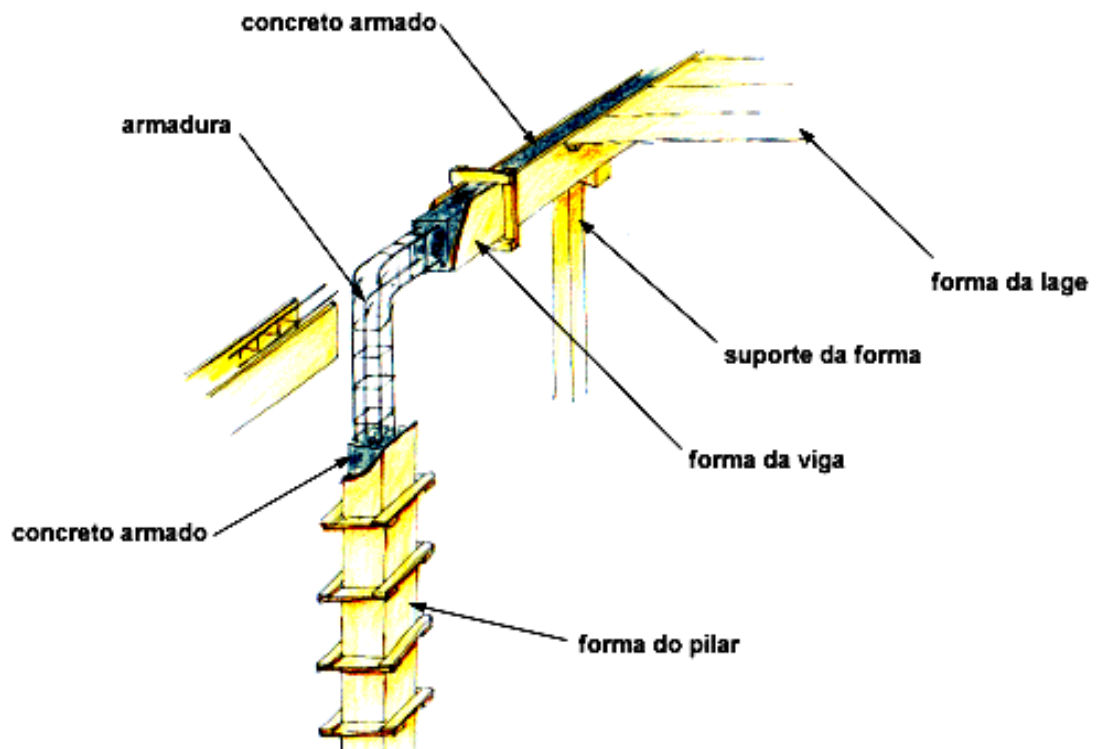
Souza Júnior (2011), apresenta as seguintes características do concreto armado:

Vantagens: Economia, facilidade de execução em várias formas, durabilidade que é aumentada com o tempo, praticamente não necessita de conservação ou manutenção se bem executado; resistência ao calor do fogo, resistente a vibrações, choques, boa impermeabilidade e fácil manuseio.

Desvantagens: Demora no tempo na utilização, exceto quando utilizado aditivo; difícil demolição e reformas; baixa proteção térmica; Possui grande peso próprio.

A (FIG 05), mostra os componentes do concreto armado *em loco*, a mais tradicional forma de execução usada no Brasil. Mostra a estrutura de madeira, para que possa ser moldado, apresenta também as armações em aço e seu posicionamento dentro do elemento de concreto.

FIGURA 05- Estrutura de Concreto Armado



Fonte: EDIFÍQUE, 2014-09-14.

2.3 Fissuras

2.3.1 Fissuras nas alvenarias de vedação

As fissuras em paredes de alvenarias podem ser classificadas segundo diferentes critérios: abertura, atividade, as causas, forma, direção, tensões envolvidas, tipo, entre outras.

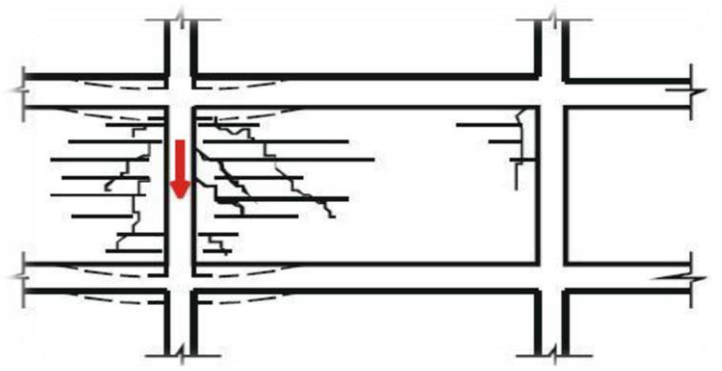
Segundo Sahade (2005), “não existe uma forma definida para explicar o conceito de fissuras, podendo ser diferenciada pela sua abertura ou até mesmo pelo seu aspecto visual”. Lordsleem (1997), complementa que as “fissuras são problemas patológicos em que a solicitação sobre o material torna-se maior que a sua resistência e classifica as aberturas da seguinte maneira”: menor que 0,1 mm, microfissuras, até 1,0 mm, fissuras, maior que 1,0 mm, trincas.

2.3.2 Fissuras devido a recalques diferenciados das fundações

Para Thomaz (1989), os recalques, que é o afundamento do apoio do pilar, que pode ser sapatas ou blocos de coroamento, acontece devido a não resistência do solo. Os recalques geram fissuras inclinadas, que se mostram a maioria delas, voltada em direção ao pilar que sofreu recalque, além do que se previu em projeto. Devido a tais afundamentos, forças atuam, provocando torções e esforços na estrutura, que se transmite para alvenaria, causando trações e compressões excessivas, que darão origem a patologias. Como as alvenarias são as partes mais sensíveis dos dois componentes, apresentam primeiro as fissuras decorrentes desta anomalia na estrutura. O autor complementa que estas fissuras apresentam maiores aberturas e “deitam-se” em direção à região onde sofre o maior recalque.

Nas (FIG 06 e FIG 07), no pilar em que ocorre o recalque aparecem as fissuras inclinadas em sua direção. É causado por tensões cisalhantes ou tração diagonal.

FIGURA 06- Fissuras provocadas por recalques diferenciados das fundações



Fonte: THOMAZ, 1989 *apud* MAGALHÃES, 2004, p.80

FIGURA 07- Trincas causadas por recalques de pilares



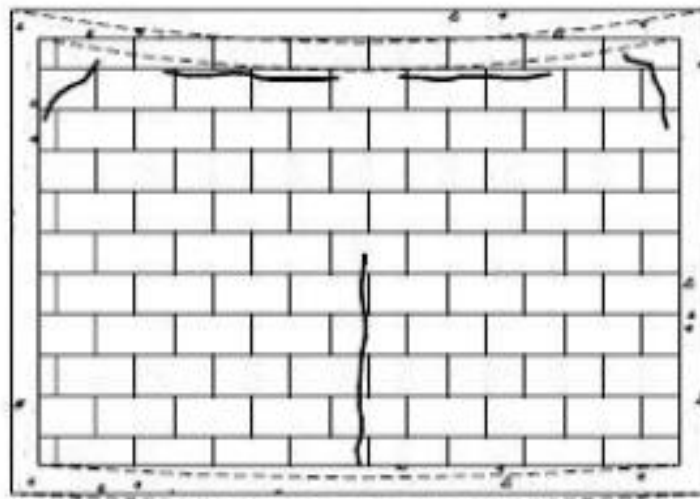
Fonte: AUTOR

2.3.3 - Fissuras devido à deformação de vigas e lajes.

Estes tipos de fissuras podem ser proporcionados pelas diferentes configurações do trabalho conseguido pela parte estrutural. A curvatura da estrutura tanto na parte superior quanto na parte inferior das alvenarias pode ordenar da mesma uma solicitação que não pode ser atendida, ocorrendo as fissuras. Com a melhoria tecnológica do concreto, do aço e avaliação mais aperfeiçoada, as estruturas se tornaram mais flexíveis, todavia as alvenarias não seguirão esse desenvolvimento, colaborando ainda mais para a manifestação das patologias. Neste primeiro caso, o autor relata que a estrutura superior deforma mais que a estrutura inferior, nesta circunstância, a viga inferior trabalha como uma viga elevada contida à inflexão, provocando fissuras verticais, aproximadamente no meio do vão inferior da alvenaria e outras inclinadas nas extremidades superiores. O sentido percorrido pelas fissuras é na direção das fibras mais solicitadas, devido ao fato de possuir maior agrupamento de armadura onde são remanejadas as tensões. Estas fissuras são pequenas fendas, no entanto são diversas (THOMAZ, 1989).

A (FIG 08), mostra a ocorrência das fissuras no vão fechado por alvenaria de vedação e suas possíveis posições de surgimento na situação relatada.

FIGURA 08- Deformação da estrutura inferior menor do que a superior



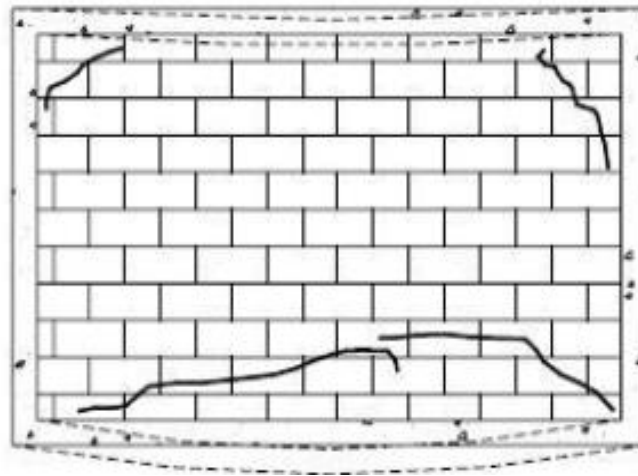
Fonte: THOMAZ, 1989 *apud* SAHADE, 2005, p.31.

Nesta outra situação de deformação, o autor relata que a deformação da parte inferior é maior que a da parte superior, isso induz aparecimento de fissuras. Próximo ao seu extremo

inferior, fissuras horizontais surgem. E junto aos cantos superiores da parede pode vir a receber uma maior carga, não disseminando o carregamento de forma igual, que é a causa do aparecimento de trincas inclinadas nestas regiões (THOMAZ, 1989).

A (FIG 09), apresenta as formas de fissuras na mencionada situação de deslocamento, destaca a posições mais comuns de seus aparecimentos.

FIGURA 09- Deformação inferior maior que a superior e as possíveis trincas nas alvenarias.

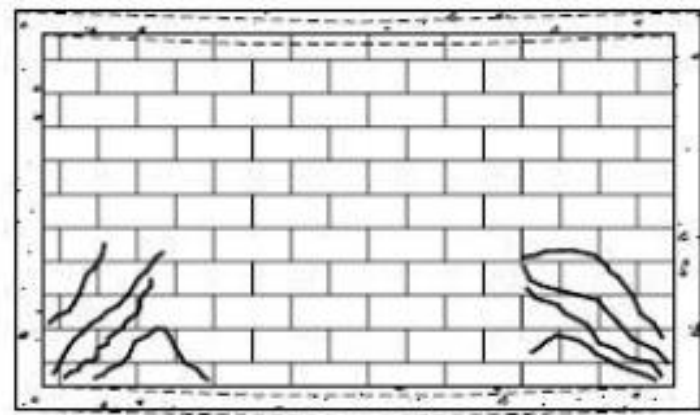


Fonte: THOMAZ, 1989 *apud* SAHADE, 2005, p.31

Segundo Thomaz (1989), neste próximo caso que será apresentado, as deformações inferiores e superiores são iguais, originando aberturas verticais e inclinadas, devido à alvenaria estar submetida ao esforço cisalhante. O vão comporta-se de forma parecida com o comportamento da viga insuficientemente armada para combater o esforço cortante, que também atua nas alvenarias, onde as fissuras ocorrem perpendicularmente ao curso dos esforços de tração, sendo visíveis nos cantos. Essas solicitações causam fissuras inclinadas aproximadamente 45° , saindo dos cantos inferiores em sentido ao centro do vão.

A (FIG 10), destaca as possíveis vistas das fissuras ocasionadas por este tipo de deformação estrutural.

FIGURA 10- Deformação inferior igual a deformação superior



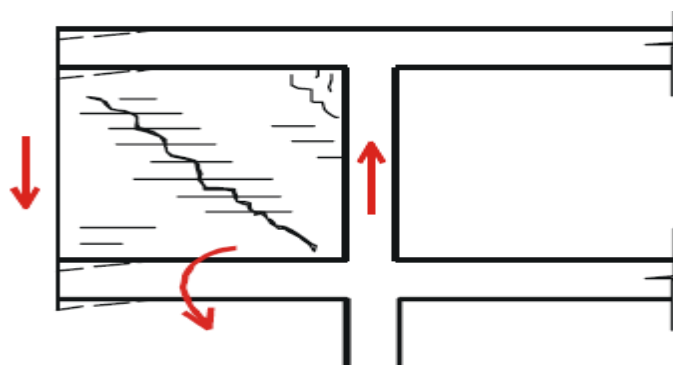
Fonte: THOMAZ, 1989 *apud* SAHADE, 2005, p.32

2.3.4 Fissuras devido à flexão de vigas em balanço

Segundo Thomaz (1989), nessa próxima situação, aparece fissuras quando as lajes ou vigas estão em balanço, seguidas de separação entre a estrutura e parede. Este tipo de fissuras ocorre muito em parapeitos de varandas apoiadas em lajes. As flechas nos balanços das vigas de dois pavimentos consecutivos provocam esforços de flexão nas alvenarias de vedação das fachadas, causando deslocamentos. Ele ressalta que estas vigas recebem outras vigas, que por sua vez, recebem paredes, geralmente com abertura para janelas, onde é mais propícia, a ocorrência de fissuras.

A (FIG 11 e GIG 12), detalham a flexibilidade da estrutura de concreto armado, mostra fissuras devido a não flexibilidade da alvenaria e o deslocamento na alvenaria pela flecha desenvolvida na extremidade do balanço.

FIGURA 11- Fissura inclinada em alvenaria devido à deformação do balanço



Fonte: THOMAZ, 1989 *apud* MAGALHES, 2004, p. 71

FIGURA 12- Fissura inclinada em alvenaria nos balanços de lajes ou vigas

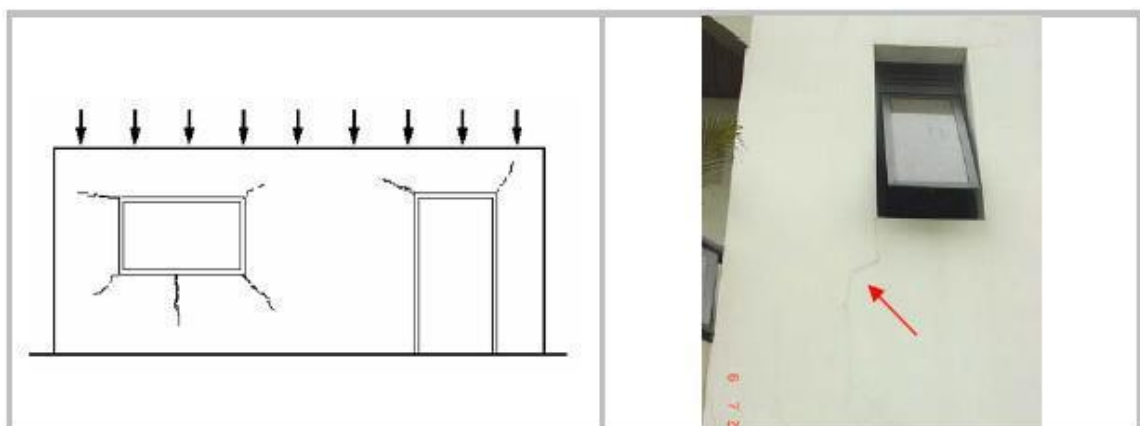


Fonte: MAGALHÃES, 2004, p, 71

Para Thomaz (1989), o exagero de movimentações de vigas e lajes é a causa do aparecimento de fissuras. Neste caso, ele lembra que o lugar onde a abertura como janela e porta na parede pode favorecer no aparecimento das fissuras, que podem ser variadas em função do comprimento da parede, do tamanho da abertura, além do grau de deslocamento sofrido.

A (FIG 13), mostra possíveis fissuras de ocorrência nas aberturas presentes nos vãos de alvenarias provocadas pelas deformações excessivas na estrutura.

FIGURA 13- Deformação de vigas e lajes causando fissuras em aberturas



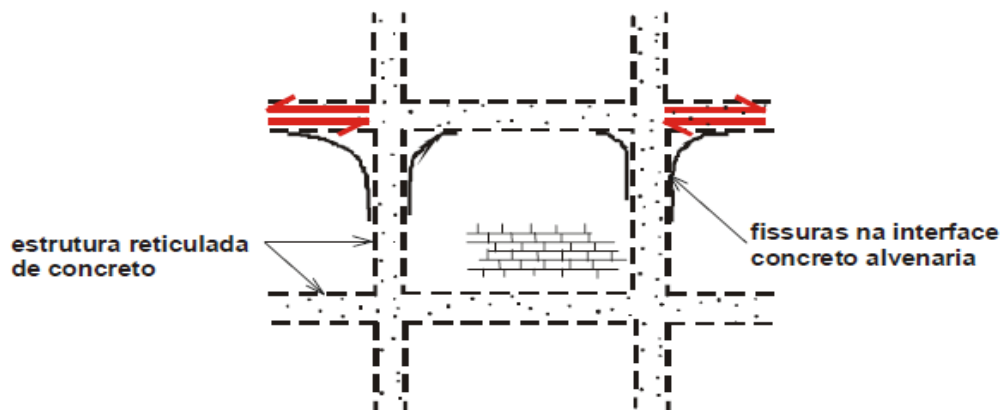
Fonte: THOMAZ, 1989 *apud* SAHADE, 2005, p.32

2.3.5 Fissuras provocadas por dilatação térmica da estrutura

A mudança de temperatura tem influência direta no comportamento da estrutura. Grandes variações nas temperaturas prejudicam as edificações, uma vez que os materiais que são empregados nela são compostos por características distintas. Isso faz com que alvenaria e estrutura trabalhem de formas diferentes, causando movimentos nos componentes, quando estão expostos a temperaturas que variam, provocando tensões que lhe são impostas, devido a sua movimentação, que podem fazer com que ocorra separação dos elementos. Nas edificações esbeltas, com a estrutura de concreto armado exposta, se houver grandes variações de temperatura, possivelmente ocorrerão destacamentos, enfatizando o efeito do calor nas alvenarias e no concreto (THOMAZ, 1989).

A (FIG 14), mostra as fissuras causadas por dilatação térmica em alvenarias, mostrando onde ocorrem os maiores esforços devido à variação de temperatura em suas maiores incidências.

FIGURA 14- Fissuras Causadas pela dilatação térmica



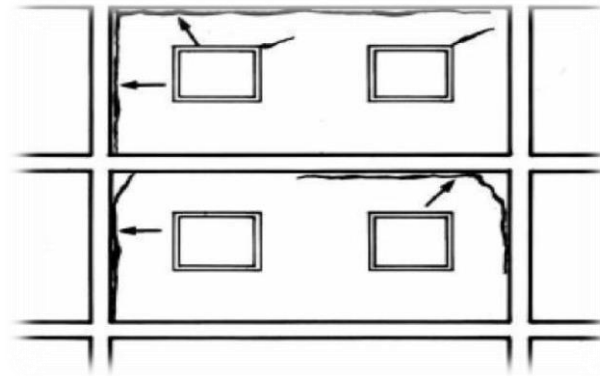
Fonte: DUARTE, 1998 *apud* MAGALHES, 2004, P. 54

2.3.6 Fissuras devido às movimentações higrotérmicas diferenciadas

Thomaz (1989), relata que as movimentações causadas por umidade e temperatura causam tração e retração atuando sobre a estrutura e nas alvenarias de vedação, precisamente nos materiais que os constituem. Afirma também, que os materiais utilizados para fazer essa ligação (alvenaria x estrutura) possuem propriedades físicas e químicas, (coeficiente de dilatação, porosidade, absorção) diferentes, o que provoca ações diversificadas, evidenciando as patologias.

A (FIG 15), mostra os locais que mais sofrem as tensões higrotérmicas devido a ligações entre pilar e alvenaria.

FIGURA 15- Fissuras causadas por movimentações higrotérmicas



Fonte: VICENZO, 2006, p. 42

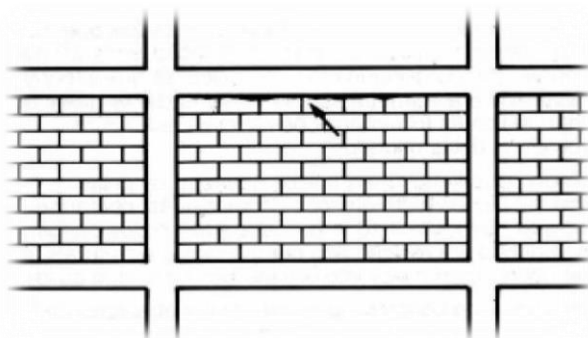
2.3.7 Fissuras causadas pelo encunhamento antecipado

O Dicionário de engenharia civil define encunhamento como: ligação entre a parte superior da parede com a parte inferior da viga e/ou laje tradicionalmente realizada por tijolos seccionados e argamassas de cimento.

Para Thomaz (1989), a desunião das paredes junto às estruturas também pode ser causada pela ação do peso próprio da alvenaria, além da retração de secagem da argamassa. Ele afirma ainda, sobre esse fato, que o encunhamento junto à estrutura, for realizado de forma prematura, pode ocorrer à separação nos encontros dos elementos.

A (FIG 16), mostra o detalhe no fechamento de alvenaria e as fissuras causadas por execuções inadequadas ou precipitadas.

FIGURA 16- Paredes com destacamento da estrutura



Fonte: VINCENZO, 2006, p.4

2.4 Meios de prevenção de fissuras

Thomaz (1989), ressalta que a prevenção de fissuras nos edifícios, como não poderia deixar de ser, passa obrigatoriamente por todas as regras de planejar, projetar e construir.

Para Magalhães (2004), a patologia deve ser tratada de forma preventiva, conhecendo sua origem de forma precisa para que se adote a melhor técnica na sua prevenção. Métodos inovadores na construção sem devidos experimentos, projetos deficientes, baixa qualidade da mão de obra, pressa nas obras, sem se preocupar com a qualidade, tem contribuído para que as patologias se tornassem frequentes nas edificações, fazendo com que seja necessário buscar e adotar certas medidas preventivas. A fissura vem se tornando cada vez mais comum nas obras em geral, oriundas das construções, ela vem se destacando de várias formas, quantidades e constância.

Thomaz (1989), relata também que no levantamento das possíveis medidas preventivas, nota-se que há enormes listas, algumas não aumentam no custo, porém, há quem diga que algumas medidas são relativamente caras, implicando um preço maior para o consumidor, dificultando talvez a venda do imóvel; visto de outra forma, pode-se dizer que o custo de uma obra não está relacionado apenas ao seu valor inicial, mas também ao custo de operação e manutenção.

2.4.1 Estudo de deformações em estruturas em concreto armado

Mesmo sabendo as possíveis causas das deformações excessivas das estruturas, existem poucas informações sobre a proporção com que as alterações nas propriedades do concreto produzido durante os anos interferem nas deformações, sendo esta, uma incógnita(MAGALHES, 2004).

Segundo Dalton (2008), no Seminário *Patología y Calidad em La Construcción* apresentou-se um estudo sobre as deformações das estruturas de concreto armado fazendo algumas citações a valores de flecha limite de deformação da estrutura ($f_{b,max}$) após a instalação do componente.

ANBR 6118 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003), apresenta valores práticos de deslocamentos limites para verificação em serviço do estado limite de deformações da estrutura. Alvenaria ou painéis pré-fabricados apoiado sobre vigas ou lajes. Paredes com abertura (1 mm), paredes sem abertura (2 mm).

2.4.2. Medidas Preventivas Contra Manifestações Patológicas advindas do Encunhamento de Paredes

Encunhamento de paredes é um processo construtivo que é usado nas vedações verticais. Ele consiste no fechamento do espaço remanescente entre a estrutura e a última fiada de tijolos da elevação da parede. Apesar de ser um processo simples, o encunhamento é o intermediário na interação destes elementos onde o aparecimento de manifestações patológicas, tem sido uma das preocupações por parte dos projetistas. Ações preventivas como, processo de cura cuidadosa do concreto, maior tempo de escoramento da estrutura e procedimentos cuidadosos da execução de alvenaria podem ser adotadas para minimizar possíveis manifestações patológicas. A adoção destas medidas resulta, todavia, em um custo referente ao uso de mais de um jogo de escoras e aumento nos prazos de entrega da obra, já que, o indicado seriam escoramentos de até 28 dias. Mesmo que reduzam o aparecimento de manifestações patológicas derivadas das deformações iniciais da estrutura, as ações preventivas são apenas medidas empíricas que não garantem a solução de problemas patológicos. Caso a execução do empreendimento seja realizada com grande velocidade, ou seja, pouco intervalo de tempo entre concretagens dos pavimentos, existe a possibilidade de que as deformações lentas excessivas da estrutura possam gerar problemas patológicos mais tarde (DALTON, 2008).

As argamassas, devido as suas misturas possuem características que provocam pequenas retrações durante os primeiros dias após seu uso na união de tijolos no fechamento de alvenarias. Com isso faz-se necessário um tempo de aproximadamente de 15 a 20 dias para a colocação do encunhamento, que deve ser feito com tijolos maciços inclinados, fixando definitivamente alvenaria com vigas e/ou lajes. Para uma perfeita interação entre os elementos constituintes da construção, alvenaria e estrutura tem que estarem se comportando como um corpo único, que trabalhem de forma uniforme, mantendo seu formato enrijecido, ou seja, em perfeito equilíbrio entre as partes, para que não apresente nenhuma patologia. Para isso acontecer é preciso uma perfeita ligação entre paredes x vigas e pilares, mantendo total harmonia funcional (TRAMONTIN, 2005).

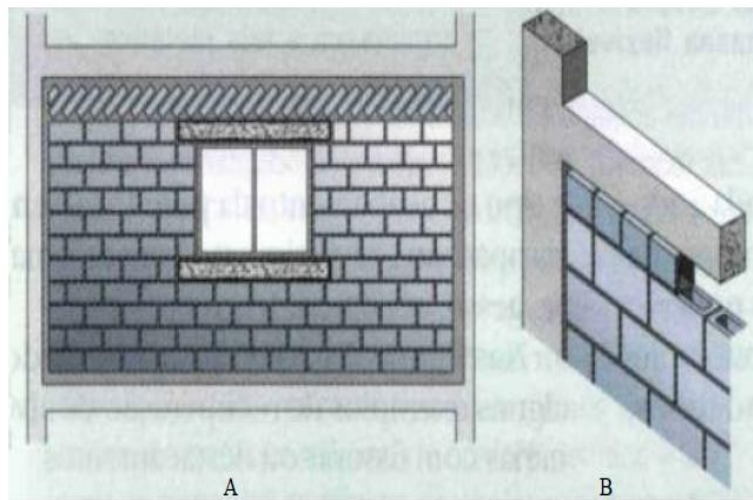
Segundo Lordsleem (1997), a argamassa ideal para o encunhamento é na proporção de 1:3:12 a 15 (cimento, cal hidratada e areia). Porém ressalta que argamassas expansivas estão substituindo este processo com maior rapidez e eficiência, como por exemplo:

- Polietileno Expansor – Produto na forma de aerossol de alta aderência que quando aplicado se expande consideravelmente preenchendo os vazios.

- Cimento expensor – argamassa a base de cimento e já vem pronta para o uso, adicionando apenas água, que reagirá fazendo com que haja expansão no local em que se encontra a abertura.

As (FIG 17, 18 e 19), detalham os posicionamentos dos tijolos maciços, aplicação de argamassas e o processo de uso de polietileno respectivamente.

FIGURA 17- Encunhamento de paredes em alvenarias de vedação



Fonte: THOMAZ, 1998 *apud* DALTON 2008, p. 30

FIGURA 18- Utilização de bisnaga para execução do encunhamento com argamassa expansiva a base de cimento.



Fonte: FRANCO, 2005, *apud* DALTON, 2008, p.28

FIGURA 19- Encunhamento com polietileno



Fonte: SABBATINI, 2002 *apud* DALTON, 2008, p. 3

Medeiros e Franco (1999), ressalta que alguns erros que dão origem às patologias, estão ligados aos vícios construtivos de execução, pelo fato de estar na maioria das vezes no canteiro de obras pré-estabelecida por alguém que não passou pelo devido treinamento e acaba descuidando de algumas etapas, trazendo prejuízos ao funcionamento da alvenaria.

Para Thomaz (1989), as condições das alvenarias dependem muito de sua execução, esta, se bem realizada, traz consigo facilidade de seu revestimento por estar bem nivelada, com esquadro, prumo e resiste bem a cargas não previstas sobre a mesma devido às deformações estruturais.

2.4.3 Prevenção de fissuras através do uso de Vergas e contra-vergas

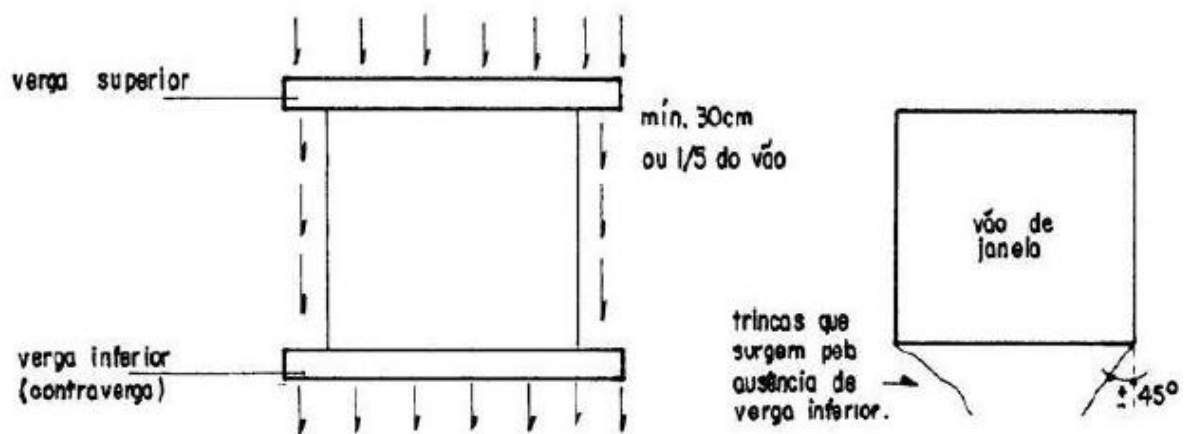
Para Thomaz (1989), as alvenarias resistem bem à solicitação de compressão axial, porém não à tração e ao cisalhamento o que faz necessário uso de vergas e contra vergas para atender as concentrações de tensões sobre as aberturas. As vergas são componentes externos aos vãos, incorporados à alvenaria para a distribuição das tensões que tendem a se concentrar nos vértices das aberturas de janelas e portas. Até dois metros podem ser produzidas no próprio canteiro de obra ou recorrer a pré-moldadas, aumentando assim a produtividade, no caso de alvenaria de vedação superior a três metros deve calcular cintas de amarração com

capacidade para absorção de cargas laterais e com altura acima de cinco metros deve ser calculada como viga estrutural.

Sahade (2005), relata que as cargas verticais, atuando em topos de paredes, igualmente distribuídas podem triplicar ou até quadruplicar as tensões em vértices superiores e a duplicar em vértices inferiores. Além das vergas normais, na parte superior das aberturas sugere-se a execução também na parte inferior, de uma verga de concreto com uma pequena armadura, ultrapassando o vão 30 cm a 40 cm para cada lado, lembra ainda que estas contravergas tornam-se importantes, pois estes cantos inferiores nas aberturas são pontos fracos na alvenaria, evitando o aparecimento de fissuras devido a pequenas movimentações da parede.

A (FIG 20), mostra como deve ser a disposição das vergas, e possíveis trincas na ausência delas.

FIGURA 20- Vergas e contra-vergas



Fonte: SILVA, 2003 *apud* VINSENZO, p. 59

2.4.4 Ligações entre paredes de alvenaria e pilares de concreto

Medeiros e Franco (1999), relatam que projeto de Alvenaria deve prever as decisões necessárias à execução das paredes, constatando e apontando suas interferências com demais partes da obra e definindo o processo de produção e a qualidade final. O planejamento apropriado de um projeto específico, voltado à construção das alvenarias é o ponto mais importante para o sucesso da execução. Os detalhes construtivos devem ser concebidos de

forma a assegurar o melhor desempenho das funções das paredes, considerados os prazos e os custos previstos no planejamento global da obra.

Para Tramontin (2005), o objetivo de unir a alvenaria a uma estrutura por meio de alguns componentes de reforços é a mesma quando utilizada nos concretos, ou seja, combater os esforços de cisalhamento e tração que não seria suportado somente com o material inicial; complementa ainda que na ligação entre pilar e alvenaria também se pode ter o auxílio destes componentes prevenindo assim, fissuras na interface da parede com a estrutura. A união pode ser feita com o uso de ferros (ferro cabelo) com bitolas de 6 a 8 mm, mas atualmente emprega-se o uso de telas metálicas eletrosoldadas, fixadas através de pinos, arruelas e cantoneiras .

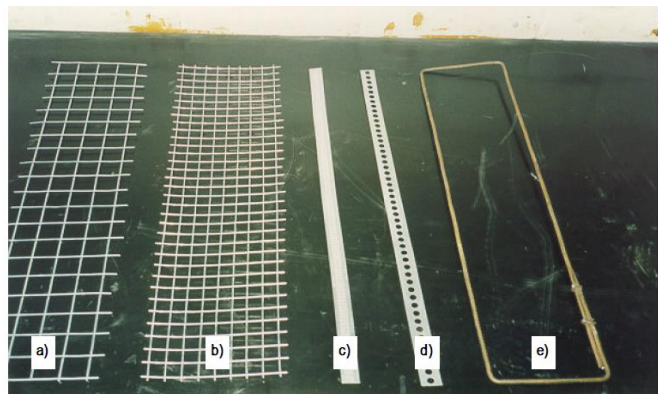
Medeiros e Franco (1999), tomam como primordial levantamento prévio de informação e análise dos fatores que estão ligados no desempenho global da alvenaria, o projeto deve apresentar pelo menos as seguintes características:

- plantas e elevações das paredes, apresentação da modulação horizontal e vertical;
- detalhamento construtivo, incluindo definição das amarrações entre paredes e juntas de assentamento;
- especificação dos materiais e componentes das paredes;
- especificação de técnicas e métodos construtivos;
- definição das ligações parede-pilar e fixação superior;
- detalhes de paredes contendo instalações e esquadrias, com a definição das interações necessárias;
- definição de vergas, contra vergas, reforços e juntas de controle;
- sequência construtiva e prazos a serem observados na execução da alvenaria;
- tolerâncias admitidas e controles necessários;
- normas técnicas e diretivas observadas para os projetos a serem obedecidas na execução e controle.

As figuras a seguir mostram respectivamente os elementos citados e detalham a forma correta de seu uso. (FIG 21); (a) Tela metálica eletrosoldada # 25 x 25 mm, (b) Telas metálicas eletrosoldada # 15 x 15 mm, (c) Fita Corrugada, (d) Fita perfurada e (e) Ferro cabelo dobrado. (FIG 22); (a) cantoneiras curtas de aço, (b) cantoneira de aço de 50 mm, (c) cantoneira de aço de 100 mm e (d) pinos e arruelas de aço.

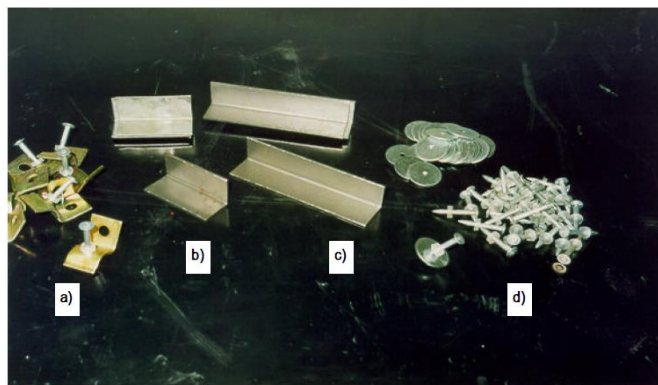
Neste trabalho será detalhado somente o uso de telas metálicas.

FIGURA 21- Dispositivos para ancoragem parede-pilar estudados.



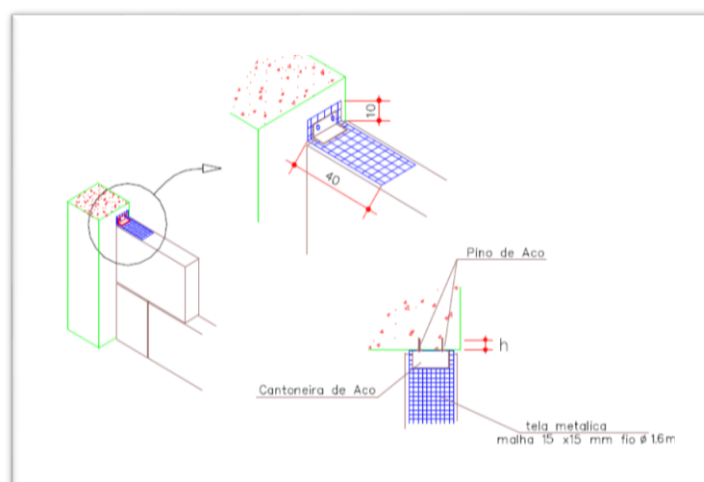
Fonte: MEDEIROS; FRANCO, 1999, p.27

FIGURA 22- Dispositivos para auxiliar no engaste dos elementos.



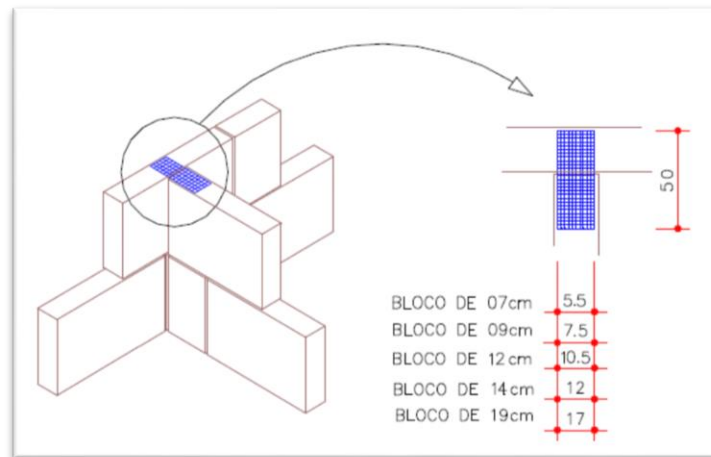
Fonte: MEDEIROS; FRANCO, 1999, p.27

FIGURA 24- forma de instalação das telas



Fonte: MEDEIROS; FRANCO, 1999, p.5

FIGURA 25- Forma de instalação das telas com dimensões apropriadas para cada seção



Fonte: MEDEIROS; FRANCO, 1999, p.55

FIGURA 26- Junta entre pilar e parede unidas com tela e argamassas detalhando a forma correta de instalação de tela e a fixação da cantoneira através de parafusos



Fonte: MEDEIROS; FRANCO, 1999, p. 63

QUADRO 01- Comprimento e largura das telas

LARGURA DO BLOCO OU ESPESSURA DA PAREDE	DIMENSÕES DA TELA Largura x Comprimento (mm)
140 mm	120 x 500
120 mm	105 x 500
90 mm	75 x 500
70 mm	55 x 500

Fonte: MEDEIROS; FRANCO, 1999, p.58

QUADRO 02- Comprimento e largura das cantoneiras

DIMENSÕES DA TELA Largura x Comprimento (mm)	COMPRIMENTO DA CANTONEIRA (mm)
120 x 500	100 mm
105 x 500	80 mm
75 x 500	60 mm
55 x 500	40 mm

Fonte: MEDEIROS; FRANCO, 1999, p.59

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As fissuras em alvenarias causam diversos problemas às edificações, como: infiltrações, prejuízos acústicos, prejuízo a rigidez, em casos mais graves, até prejuízo estrutural da edificação. Além desses, as fissuras desempenham um papel constrangedor para engenheiros, arquitetos e causam prejuízos psicológicos e financeiros a proprietários. A evolução da tecnologia dos materiais e principalmente do concreto, que o tornou mais flexível, ocasionando deformação lenta da estrutura provoca fissuras e trincas nas alvenarias e revestimentos.

Apesar de melhoria na qualidade dos materiais e evolução das técnicas de projetos e execuções, as fissuras continuam aparecendo nas ligações das alvenarias de vedação com a estrutura, desafiando pesquisadores a descobrirem suas causas, fatores influentes, métodos de prevenção e soluções plausíveis do problema. O trabalho procurou descrever técnicas construtivas, adequadas para se evitar fissuras e quais as recomendações necessárias para sua execução. A região da ligação da alvenaria de vedação, com estruturas de concreto armado, possui grande potencial para surgimentos de fissuras, devido às tensões as quais estão sujeitas.

A técnica utilizada para ganhos de qualidade ao executar amarração da alvenaria ao pilar é a fixação de tela metálica soldada. Essa técnica se mostra eficiente, porém, na maioria das obras de pequeno porte pouco se obedece às normas e demais regras construtivas para bom desempenho das alvenarias.

Os problemas patológicos ligados a erros durante a execução são comuns como erros ligados a projetos. Infelizmente profissionais do ramo da construção civil, tem deixado de utilizar todo seu conhecimento adquirido nos cursos de engenharia e deixa de oferecer um desempenho de qualidade nas execuções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício e seu acabamento**. São Paulo: Ed. Blucher, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, c1979.

BOTELHO, Manuel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto Amado, Eu Te Amo**. São Paulo: 7º ed. Blucher, 2013.

CAMACHO, Jerffon Sidney. **Introdução ao estudo do concreto armado**. Material apresentado na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira: Departamento de Engenharia Civil. UNESP.

DALTON, Marcelo. **Fatores que podem estar contribuindo para o aparecimento de manifestações patológicas na zona de encunhamento de paredes em obras de Porto Alegre**. 2008. 87f. (Trabalho de Diplomação, Engenheiro civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

Dicionário de engenharia civil, disponível em www.engenhariacivil.com. Acesso em 02 de novembro de 2014

FIORITO, Antonio. **Manual de argamassas e revestimentos**: Estudos e procedimentos de execução. 2.ed. São Paulo: Pini, 2009.

EDIFIQUE. **Estrutura de Concreto Armado**. Disponível em: <<http://www.edifique.arq.br/estconcr.htm> > Acesso em 31 de agosto 2014.

MAGALHÃES, Ernane Freitas. **Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul**. 2004.180f. Dissertação (Mestre em engenharia na modalidade profissionalizante). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MEDEIROS, Jonas Silvério; FRANCO, Luiz Sergio. **Prevenção de trincas em alvenarias através do emprego de telas soldadas como armadura e ancoragem**. 1999.77f. Texto Técnico. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1999.

LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto Casado. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação**. 1997.195f. Dissertação (Mestre em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

Portal construir disponível em <http://www.portalconstruir.com.br/site/> . Acesso em 21 setembro 2014.

SAHADE, Renato Fresa. **Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação**. 2005.188f. Dissertação (Mestre em Habitação). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2005.

SOUZA JÚNIOR, T.F. **Estruturas de Concreto armado**. 23f. Notas de aulas. Acesso em 25 de setembro 2014.

Tutoriais e dicas disponível em <http://ew7.com.br/projeto-arquitetonico-com-autocad/index.php/tutoriais-e-dicas/97>.

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

TRAMONTIN, Andre Penteado. **Avaliação experimental dos métodos de prevenção de fissuras na interface alvenaria de vedação e pilar de concreto**. 2005.179f. Dissertação (Mestre em engenharia civil, na área de concentração de Edificações). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10. ed. São Paulo: Pini, 2009.

VINCENZO, Daniela Souza de. **Análise de tensões em alvenaria de vedação**. 2006.110f. Trabalho (Graduação do Curso de Engenharia Civil). Universidade Anhembimorumbi, São Paulo, 2006.