



Centro Universitário de Brasília
Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento - ICPD

ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DE TRINCAS E FISSURAÇÕES EM EDIFICAÇÕES:
Estudo de caso em residência na cidade de Cardoso Moreira, RJ

Nathalia Fernandez P. M. Chaves *

RESUMO

As patologias podem ocorrer numa estrutura de concreto armado tanto na fase de construção como após a sua entrega. A realização de um empreendimento, seja casa, edifícios corporativos, hospitais, entre outros, envolve fases de planejamento, projeto, fabricação e seleção de materiais e execução. Essas fases são fatores importantes que influenciam no desempenho da estrutura, podendo proporcionar alguns danos patológicos. As fissuras são manifestações patológicas que se revelam nas estruturas de concreto, se fazem sentir, inicialmente, nos pontos fracos destas estruturas. Estas aberturas são os danos de ocorrência mais comum e que gera desconforto aos que a veem. Por isso é necessário analisar as tipologias de fissuras, para assim identificar suas causas e possíveis danos que podem trazer à edificação. O trabalho consiste em apresentar motivos que geram a aparição de fissuras, auxiliar na compreensão e no reconhecimento dos problemas e classificá-las de acordo com suas configurações. Para isso optou-se por uma pesquisa bibliográfica levantando informações sobre causas, onde e como são expostas as fissuras. A fim de complementar o trabalho teórico e com objetivo de ratificar o exposto, é apresentado um estudo de caso, onde foi realizada uma vistoria para identificação desta patologia. Diagnosticou-se que a maioria das fissuras que foram catalogadas ocorreram pela má construção e por variações térmicas e higroscópicas do concreto.

Palavras-chave: Análise. Causas. Concreto armado. Fissuras. Trincas.

* Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UnICEUB/ICPD) como pré-requisito para obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Projeto, Execução e Manutenção de Edificações, sob orientação do Prof. Dr. Jorge Antônio da Cunha Oliveira. 10/2017

1 INTRODUÇÃO

A patologia na construção civil corresponde a danos ou defeitos que determinam desempenho inadequado de um elemento estrutural ou da estrutura como um todo. Ela envolve a análise dos sintomas que se destacam pelos defeitos que se manifestam na estrutura, pesquisa a sua origem e as prováveis causas, assim definindo o diagnóstico da patologia.

Desde o início da civilização a construção de estruturas adequadas a sua necessidade é uma preocupação do homem, tendo elas o uso que for. Com isso, o homem acumulou grandes conhecimentos e técnicas ao longo dos séculos, o que gerou um desenvolvimento de tecnologias da construção. O rápido crescimento desse ramo provocou a necessidade de inovações que trouxeram, em si, a aceitação de maiores riscos. Por este motivo teve a necessidade de desenvolver estudos para a análise dos erros acontecidos, que têm resultado em deterioração precoce ou em acidentes. Então este novo campo de conhecimentos, cujo objetivo é abordar, de maneira científica, o comportamento e os problemas das estruturas foi criado. Designa-se de forma genérica por Estudos das Patologias esse novo campo da Engenharia.

A grande maioria das manifestações patológicas apresentam sintomas característicos que permitem determinar a sua origem e as causas que conduziram ao seu aparecimento. Tomou-se como exemplo neste trabalho as fissuras que se manifestam numa edificação, sejam elas em elementos estruturais ou em paredes, a análise de sua distribuição e configuração, muitas vezes se permite estabelecer o diagnóstico e identificar as causas e os mecanismos envolvidos no processo.

O objetivo deste trabalho é analisar as tipologias de fissuras e compreender quais motivos geraram suas aparições, para facilitar o reconhecimento dos problemas que existem na edificação. Além de demonstrar características que essas fissuras podem apresentar em casos distintos e classificá-las de acordo com sua configuração. Para alcançar esses objetivos foram efetuados estudos bibliográficos sobre fissuras e trincas em especial, dentre outras tantas patologias existentes. E para implementar e aplicar os conhecimentos apresenta-se um estudo de caso, com acervo fotográfico, com objetivo de exemplificar os conhecimentos obtidos.

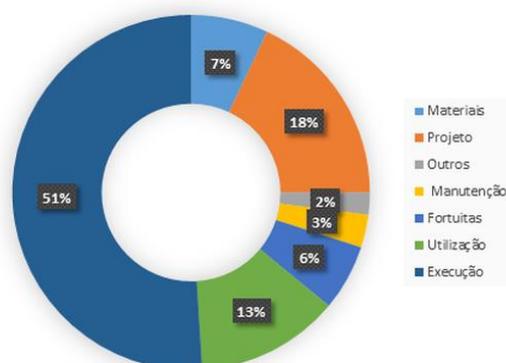
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Deterioração das estruturas de concreto

Os efeitos que resultam da deterioração das estruturas de concreto, através de agentes internos e externos, de início se fazem sentir nos pontos fracos destas estruturas. Em sua maioria são causadas pela falta de cuidado em escolhas de materiais, métodos de execução, e muitas vezes sua causa vem da fase inicial de qualquer construção, a fase de projeto, onde há falta de detalhamento e um programa concreto e adequado de manutenção. A falta de conhecimento de características prévias do local da obra, como zonas industriais, ambientes com grande índice de umidade, com atmosfera agressiva, a utilização incorreta de elementos em estruturas de concreto, arquiteturas diferenciadas, todas são falhas que podem, individualmente ou em conjunto, criar as condições suficientes para diminuir a vida útil das estruturas e conseqüentemente a aparição de diversas patologias da construção.

Segundo Gomes (2016), no Brasil (figura 1), as principais causas das patologias estão relacionadas à execução. A segunda maior causa são os projetos que pecam por má avaliação de cargas; erros no modelo estrutural; erros na definição da rigidez dos elementos estruturais; falta de drenagem; ausência de impermeabilização; e deficiências no detalhamento das armaduras.

Figura 1: Incidência no Brasil



Fonte: Site: unumarquitetura.com. Gomes (2016).¹

¹ Disponível em: <http://www.unumarquitetura.com/single-post/2016/1/11/PATOLOGIAS-NA-CONSTRU%C3%87%C3%83O-CIVIL>

A crescente evolução e demanda que a construção civil teve, gerou inúmeras tecnologias de matérias e de técnicas de execução de edifícios. Fizeram com que obras fossem sendo conduzidas com velocidades cada vez maiores, fatos que provocaram a queda gradativa da qualidade de nossas construções.

A busca de soluções e maneiras de recuperação ou reforço de uma estrutura de concreto são efetivamente “bem-sucedidas se forem cuidadosamente estudadas e analisadas, em conjunto, as condições físicas, químicas, ambientais e mecânicas às quais a estrutura está submetida, as causas de sua deterioração (que podem ser múltiplas) e os efeitos (sintomas patológicos) que possuem”. (SOUZA; RIPPER, 1998)

2.2 Trincas e fissuras

Algumas normas e alguns peritos classificam as fissuras com diferentes nomes, conforme a sua espessura. Segundo a norma de impermeabilização (NBR 9575:2003), as microfissuras têm abertura inferior a 0,05 mm. As aberturas com até 0,5 mm são chamadas de fissuras e, por fim, as maiores de 0,5 mm e menores de 1mm são chamadas de trincas. Segundo Gandiski em entrevista à revista Pini Web “esse tipo de nomenclatura pode ser aplicada às trincas passivas, que não variam ao longo do tempo, em função da variação da temperatura tópica. Já para as trincas ativas, que variam conforme a respectiva variação higrotérmica, essa nomenclatura é inaplicável, pois a classificação mudaria conforme o instante da medição”.

As trincas, dentre os problemas patológicos que afetam edifícios, por mais comuns que sejam dentre as manifestações patológicas, pode ser considerado o mais importante, devido a três aspectos: o comprometimento do desempenho da obra, o aviso de que há algum eventual estado de perigo para a estrutura e a impressão que causa a usuários e proprietários para o fato de que algo de anormal está a acontecer.

Essa patologia é considerada característica das estruturas em concreto, a fissuração será caracterizada como deficiência estrutural dependendo sempre de sua origem, intensidade e magnitude do quadro de fissuração existente. Por ser um material com baixa resistência à tração, o concreto fissurará por natureza, já que as fissuras são originadas por conta das tensões nos materiais.

Quando a solicitação é maior do que a capacidade de resistência do material, a fissura tem a tendência de aliviar suas tensões. Quanto maior for a restrição imposta ao movimento dos materiais, e quanto mais frágil ele for, maiores serão a magnitude e a intensidade da fissuração. A formação das fissuras, como explica o engenheiro Renato Sahade, diretor técnico da ATS Engenharia e Consultoria, está ligada a situações externas ou internas. Entre as ações externas aos componentes, estão as fissuras causadas por movimentações térmicas, higroscópicas, sobrecargas, deformações de elementos de concreto armado e recalques diferenciais. Entre as ações internas, as causas das fissuras estão ligadas à retração dos produtos à base de cimento e às alterações químicas dos materiais de construção. (CORSINI, 2010, p. 01)

2.3 Classificação das fissuras

As fissuras podem ser classificadas como geométricas ou mapeadas, variando de acordo com a semelhança ao desenho que formam. Quando a fissura acompanha o bloco cerâmico, por exemplo, temos uma fissura geométrica. Já a mapeada pode ser fruto da retração da argamassa ou ainda pelo excesso de cimento, tornando o reboco muito rígido.

Essas duas classes são subdivididas em fissuras ativas e passivas. Segundo Duarte (1998), elas são descritas da seguinte maneira:

- Fissuras ativas: apresentam variações de abertura em um determinado período de tempo. Algumas possuem abertura crescente (progressivas) como em recalques diferenciais, enquanto outras apresentam comportamento cíclico (sazonais), causados devido à variação de temperatura e umidade.
- Fissuras passivas: não apresentam variações de abertura ou comprimento ao longo do tempo e são, geralmente, causadas devido a sobrecargas.

2.4 Causas das fissuras

2.4.1 Fissuras causadas pela retração de produtos à base de cimento

A retração do concreto é um movimento natural da massa, porém sofre ações opostas de outros elementos, como as barras da armadura, que são materiais resistente à tração, e a elementos externos, que são peças que podem ser vinculadas a estrutura de concreto. Caso tais comportamentos não forem considerados em projeto ou execução da obra, existirá uma grande probabilidade de desenvolvimento de fissuras.

Segundo Thomaz (2009), inúmeros fatores intervêm na retração de um produto à base de cimento, sendo os principais:

- A composição química e finura do cimento, pois a retração aumenta com a finura do cimento e com seu conteúdo de cloretos;
- A quantidade de cimento adicionada à mistura, pois quanto maior o consumo de cimento, maior a retração
- Natureza e granulometria dos agregados, pois suas características de deformação e finura, gera maiores possibilidades de fissuras
- Quantidade de água na mistura, pois quanto maior a relação água/cimento, maior a retração de secagem. Esse fator, dentre todos os outros citados é o que mais influencia a retração de um produto constituído por cimento.
- Condições de cura, pois caso a evaporação da água iniciar-se antes do término da pega, a retração poderá ser acentuadamente aumentada.

Além dos fatores citados acima, é importante cuidar da interação da estrutura com meio ambiente, na época da concretagem, como elevadas temperaturas, baixos índices de umidade do ar e incidência de ventos e radiação solar, diz Ripper e Souza (2009).

Essa manifestação ocorre quando o concreto ainda está na sua fase plástica, logo após o seu lançamento nas fôrmas. E como dito anteriormente, tem como um de seus fatores principais, a rápida perda de água.

Segundo Trindade (2015, p.79) essa rápida perda de água se dá pela maior densidade dos agregados graúdos e miúdos, pois eles acabam descendo, e conseqüentemente a água, menos densa, acaba subindo, sendo esse processo chamado de exsudação. Esta água por sua vez evapora mais rapidamente de acordo com maiores temperaturas, menor umidade e maior ação do vento. Outro

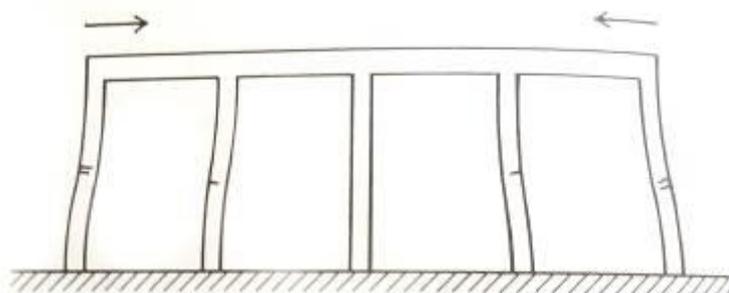
modo do concreto perder a água é pela absorção que acontece através das formas, por isso é ideal que os responsáveis mantenham as mesmas sempre molhadas antes da concretagem.

Por este motivo, a mistura poderá variar de volume, resultando no surgimento de fissuras na superfície.

2.4.1.1 Formatos de fissuras por retração

Em vigas e pilares de concreto armado podem ocorrer fissuras horizontais nos pilares externos de uma estrutura, caso haja elevadas tensões provenientes da retração do concreto nas vigas superiores. Caso os pilares possuam grande rigidez a fissura ocorre nas vigas. (Figura 2)

Figura 2: Fissuras horizontais nos pilares, devidas à retração do concreto das vigas superiores

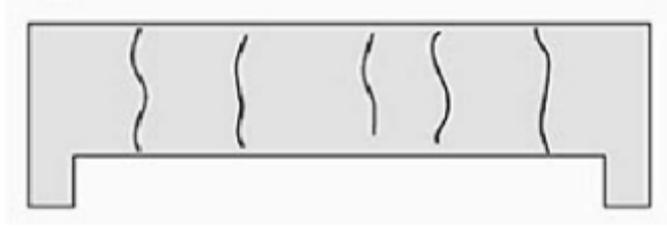


Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 108

De acordo com Thomaz (1998) a ocorrência de fissuras de retração numa viga de concreto armado dependerá de enes motivos, sendo eles, a dosagem do concreto (relação água/cimento), das condições de adensamento (quanto mais adensado, menor a retração) e das condições de cura, onde a evaporação precoce da água resultará no aumento da retração. Ainda influenciará no aparecimento dessas fissuras, as dimensões da peça, a rigidez dos pórticos e a taxa de armaduras e sua distribuição ao longo da seção da peça.

Essas fissuras ocorrerão em sua maioria no centro da altura da viga, sendo retas e regularmente espaçadas. (Figura 3)

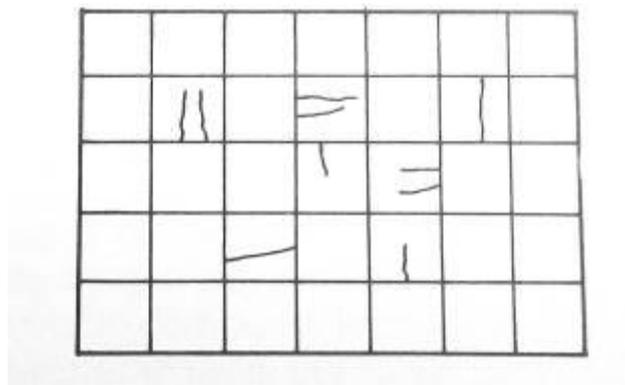
Figura 3: Fissuras de retração numa viga de concreto armado



Fonte: Marcelli (2007)

Em lajes, a retração poderá provocar a compressão de pisos cerâmicos. Em situações mais adversas, poderão surgir fissuras no piso e até o destacamento das cerâmicas. Os azulejos são peças com espessuras bastante reduzidas, e que devem ser assentadas com uma argamassa mista, composta de cal, cimento e areia. Porém a quantidade de cimento adicionada à mistura, deve ser extremamente reduzida. Pois caso seja utilizada uma argamassa com alto teor de cimento, ela se tornará extremamente rígida, com pouca capacidade de deformação. Sua retração provocará nas cerâmicas um abaulamento, ou seja, “suas faces de assentamento serão solicitadas à compressão, e as faces esmaltadas à tração. Em função da intensidade dessas solicitações, as faces tracionadas poderão apresentar pequenas gretas”(THOMAZ, 1998, p. 117), conforme na figura 4

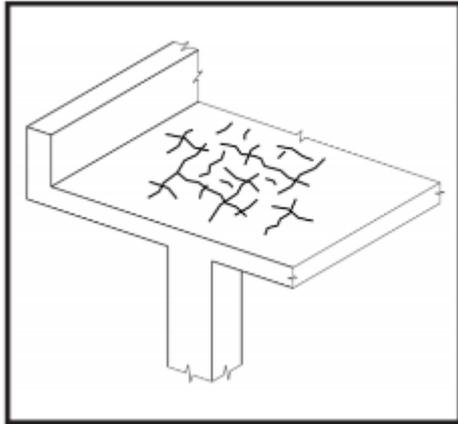
Figura 4: Gretagem provocada pela argamassa de assentamento



Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 108

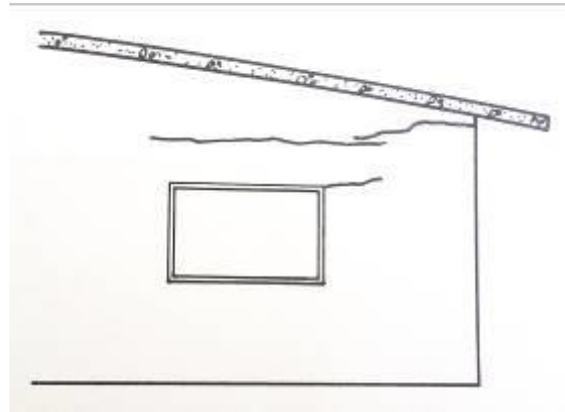
Com uma configuração mapeada e distribuição regular, a retração do concreto provoca fissuras de maneira semelhante a que se verifica em argamassas de revestimento (figura 5). Contudo o efeito mais prejudicial da retração de lajes de concreto é a fissuração de paredes vinculadas à laje. (Figura 6)

Figura 5: Fissuração típica de retração superficial



Fonte: Filho e Carmona (2013. P. 7)

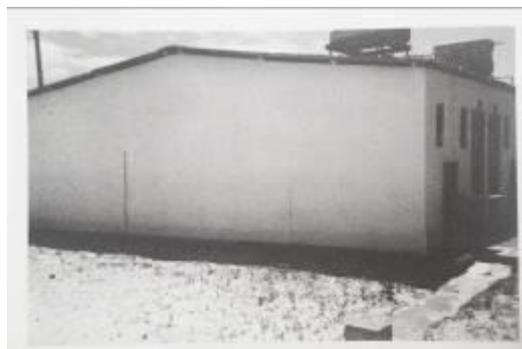
Figura 6: fissura em parede externa, promovida pela retração em laje



Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 10

A argamassa, sendo um material a base de cimento, também pode ter relação com problemas de fissuras. Uma argamassa de má qualidade ou dosada erroneamente traz danos significativos à paredes e muros. Segundo Thomaz, (1998) o problema mais decorrente da retração de argamassa de assentamento de alvenarias, é aquele que se verifica nas fachadas formadas por alvenaria aparente, pois ocorre penetração de água através das fissuras, gerando uma série de patologias correlatas. Já o uso de diferentes tipos de argamassa também induzirá a formações de fissuras no próprio corpo da parede em regiões de ligação com componentes estruturais. Esse tipo de fissura possui uma configuração retilínea no sentido vertical, pois ocorrerão nos encontros das paredes, no terço médio de paredes muito extensas ou em regiões onde ocorra ligeiramente uma mudança na altura ou na largura da parede (figura 7)

Figura 7: Fissura em parede monolítica extensa, provocada pela retração do concreto



Fonte: THOMAZ (1998). Trincas em edifícios. P. 114

2.4.2 Fissuras causadas por movimentações térmicas

A variação de temperatura está sujeita aos elementos e componentes de uma construção. Isso pode afetar o concreto, pois pode causar alterações dimensionais (dilatação ou contração) no material. Caso a estrutura for impedida de se movimentar, essa variação térmica gerará trincas devido a tensões elevadas.

Segundo Thomaz (1998), as movimentações térmicas de um material estão relacionadas com as propriedades físicas do mesmo e com a intensidade da variação da temperatura. Quanto maior a intensidade da mudança de temperatura, maior a intensidade da movimentação. As principais movimentações ocorrem em função de: junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, sujeitos às mesmas variações de temperatura; exposição de elementos a distintas solicitações térmicas naturais; e à gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente. Em ocorrência das movimentações térmicas diferenciadas é importante analisar não só a amplitude da movimentação, como também a rapidez com que esta ocorre.

Vigas extensas e contínuas, peças esbeltas, longas, grandes panos de laje, são elementos que mais sofrem com a variação de temperatura, especialmente quando existe vínculos que impedem a livre movimentação das partes.

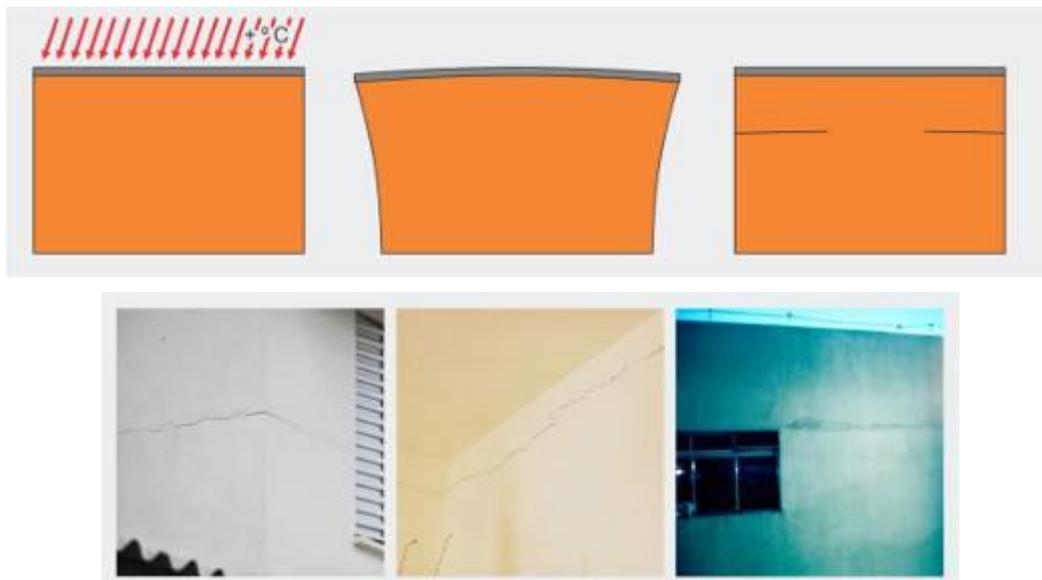
2.4.2.1 Formatos de fissuras por movimentações térmicas

As coberturas planas, em sua maioria, estão mais propícias a sofrerem movimentações térmicas do que os elementos verticais de uma edificação. Por sua superfície superior estar mais exposta à incidência solar, elas normalmente são solicitadas por movimentações mais intensas e mais bruscas, o material da cobertura, a altura entre a laje e as telhas, a intensidade de ventilação, são todos elementos que também influenciam na absorção de calor da laje de cobertura. Além disso, o concreto possui um coeficiente de dilatação térmica duas vezes maior que o das alvenarias.

As lajes de cobertura normalmente estão vinculadas a paredes, isso faz com que ambas sofram as tensões causadas pela temperatura vigente. A laje sofre um abaulamento provocado pelo gradiente da temperatura, ao longo de suas alturas, introduzem tensões de tração e cisalhamento.

As trincas típicas dessas situações ocorrem nas paredes vinculadas, paralelamente ao comprimento da laje, as fissuras perpendiculares às resultantes de tração indica o sentido da movimentação térmica. Situam-se no topo da parede paralela à largura da laje (figura 8)

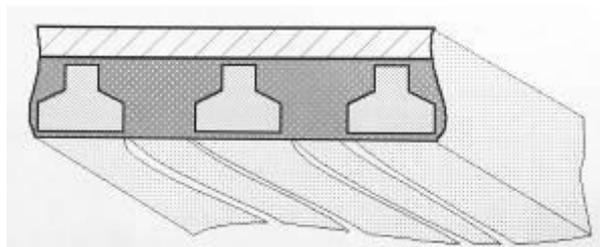
Figura 8: Dilatação da laje devido à carga térmica e fissura resultante



Fonte: Site: blog da engenharia civil. 2015²

Assim como Thomaz, Souza e Ripper (2009), também afirma que uma situação típica de fissuras ocorre nas coberturas, em particular as horizontais, por estarem muito mais expostas a gradientes térmicos naturais do que as peças verticais da estrutura. Por essa questão é gerado movimentações divergentes entre elementos horizontais e verticais, logo isso resulta em um processo de fissuração, agravado por diferença de inércia em encontros de lajes-vigas, ou pela resistência de matérias, como exemplo, as lajes mistas ou pré-fabricadas. (Figura 9)

Figura 9: Fissuração por trabalho diferenciado dos materiais

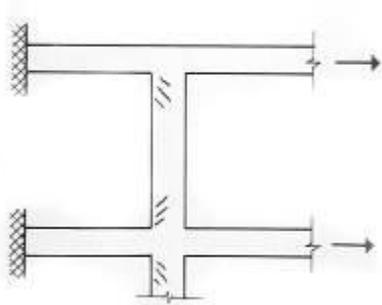


Fonte: Ripper e Souza (1998). Patologia, recuperação e reforço. P. 70

² Disponível em < <https://blogdaengenhariacivil.wordpress.com/2015/01/26/trincas-e-fissuras/> Acesso em 11 de setembro de 2017

Outro caso de fissuração por movimentação térmica, pode acontecer nos pilares, isso quando a movimentação é provocada pelas vigas. Segundo THOMAZ (1998), este fato pode ocorrer principalmente quando a estrutura não possui juntas de dilatação. Essa dilatação nas vigas, podem provocar fissuras ligeiramente inclinadas nas extremidades dos pilares (figura 10). Essa mesma movimentação na estrutura, pode gerar com maior probabilidade o destacamento entre alvenarias e o reticulado estrutural. (figura 11).

Figura 10: Pilar fissurado devido à movimentação térmica das vigas de concreto armado



Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 26

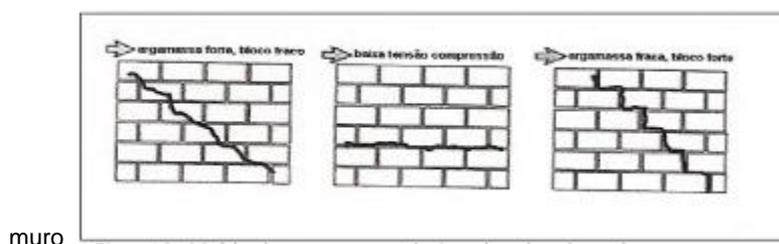
Figura 11: Destacamento entre alvenaria e estrutura



Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 26

A temperatura do espaço e as condições climáticas são responsáveis por mais fissurações do que as citadas acima. Está vinculada à composição de todos materiais e elementos de uma construção, seja ele externo ou interno. Casos assim, ocorrem em muros em função da resistência à tração da argamassa de assentamento e dos outros componentes, essas fissuras em sua maioria, acompanham as juntas verticais, seguindo o desenho por onde ela percorre. (figura 12). No caso de pisos (maioria de ambientes internos) que não possuem espaço para acomodação das suas variações dimensionais causadas pela temperatura, é bem frequente o destacamento desses revestimentos. O uso de uma boa argamassa e da forma em que é aplicada, está totalmente relacionada com essas fissuras, pois irão depender do módulo de deformação que ela possui. (Figura 13)

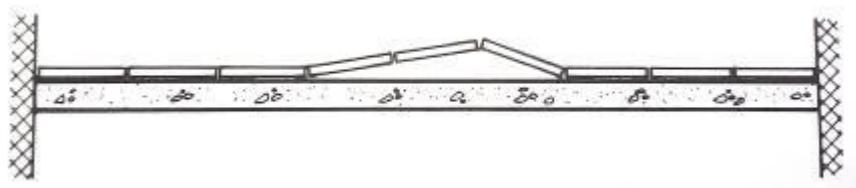
Figura 12: Trinca vertical: variação da resistência à tração dos componentes do



muro

Fonte: Valle (2008). Patologias das alvenarias. P.17

Figura 13: Destacamento de revestimento, sob ação de sua dilatação térmica



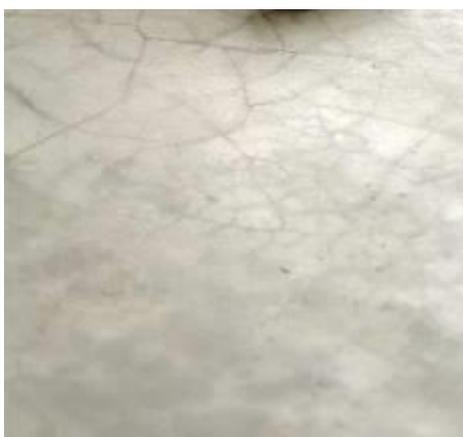
Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 29

2.4.3 Fissuras causadas por movimentações higroscópicas

A água pode provocar variações dimensionais nos materiais porosos, já que o aumento do teor de umidade gera uma expansão do material enquanto a diminuição desse teor, gera a contração. Como em uma construção, os materiais em sua maioria estão vinculados uns aos outros, essas movimentações podem fazer com que ocorram fissuras nos elementos construtivos.

Segundo Isaia (2001) a porosidade do concreto pode afetar uma construção em fase de execução da estrutura, como também na vida útil da edificação. A cura do concreto é um dos processos mais importantes da obra e deve desprender um cuidado indispensável, pois a partir do momento que se verifica a pega do concreto e antes da secagem da água de exsudação deve ser feito o procedimento da cura, uma vez que a partir daí o ambiente promoverá a evaporação. Esse procedimento sendo bem realizado, pode evitar grandes casos de fissuras no concreto. (Figura 14)

Figura 14: Piso com cura mal realizada



Fonte: Site : Pinterest.com³

³ Disponível em < <https://br.pinterest.com/explore/como-fazer-contrapiso/?lp=true> > Acesso em 16 de setembro de 2017

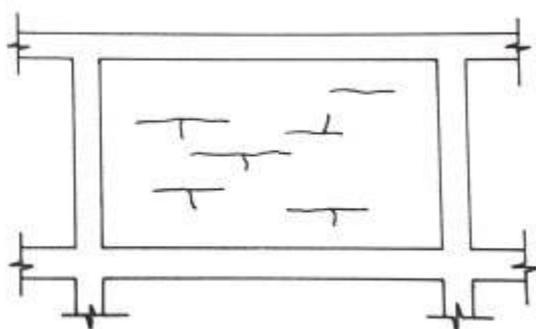
Em uma realidade da edificação já construída, a umidade pode ter entrada aos materiais através de diferentes vias. De acordo com Thomaz (1998) são elas: umidade resultante da produção dos componentes; umidade do ar ou proveniente de fenômenos meteorológicos; e umidade do solo.

A porosidade e a capilaridade do material influenciam na quantidade de água que é absorvida. Contudo, a capilaridade se encontra como fator mais importante no que rege a variação do teor de umidade dos materiais. Ela é responsável pela condução da água até a superfície do componente, onde posteriormente será evaporada.

2.4.3.1 Formatos de fissuras por movimentações higroscópicas

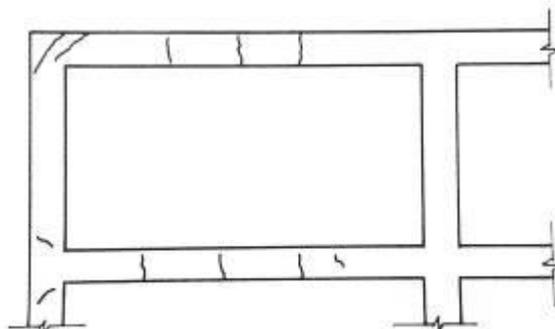
As fissuras por movimentações higroscópicas possuem muita semelhança àquelas provocadas pelas variações de temperatura. Entre um caso e outro, as aberturas poderão variar em função das propriedades higrotérmicas dos materiais e da variação de umidade. Um exemplo são os casos de trincas provocadas pela expansão de tijolos cerâmicos com elevada resistência à compressão, como se vê nas imagens 15 e 16

Figura 15: Fissuras horizontais na alvenaria causadas pela expansão dos tijolos.



Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 37

Figura 16: Fissuras nas peças estruturais, a expansão da alvenaria solicita o concreto à tração

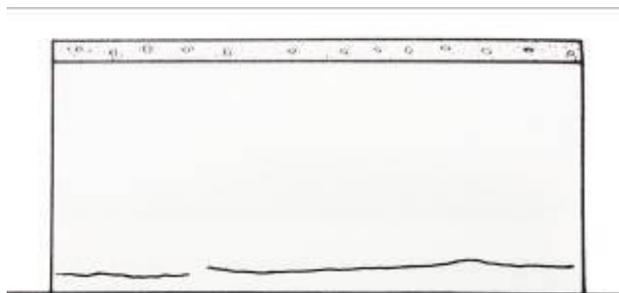


Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 37

A impermeabilização das fundações precisa ser bem executada, para que não ocorram fissuras na base das paredes. Em casos de má execução, “os componentes de alvenaria que estão em contato direto com o solo absorvem umidade apresentando movimentações diferenciadas em relação às fiadas superiores que estão sujeitas à insolação direta e a perda de água por evaporação.”

(THOMAZ, 1998, p. 42) (Figura 17). Esses ciclos em que argamassa umedece e seca, juntamente com as movimentações térmicas do revestimento, começa um processo de microfissuras, a partir dessas, a água possui um maior acesso ao material, acentuando as movimentações e tendo como consequência fissuras maiores. Elementos que são feitos para impedir que a água entre em contato com as paredes, como peitoris, pingadeiras, quando não bem executados, podem provocar problemas em regiões localizadas, pois não realizam suas funções, que seria a interrupção do fluxo de água. (figura 18)

Figura 17: Fissura na base da alvenaria por efeito da umidade



Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 42

Figura 18: fissura na argamassa pelo escoamento da água pelo peitoril



Fonte: site: technepini OLIVEIRA, 2004

⁴ Disponível em < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/137/beirada-seca-pingadeira-e-opcao-mais-eficiente-para-afastar-286530-1.aspx> > Acesso em 16 de setembro de 2017

2.4.4 Fissuras causadas por sobrecargas

Toda estrutura está susceptível a atuação de sobrecargas que podem produzir o fissuramento de componentes ou a instabilidade da estrutura, segundo Marcelli (2007), esta situação pode surgir quando o engenheiro calculista não faz uma correta avaliação da carga que será aplicada, ou devido à deficiência dos materiais empregados, ou em condições de uso indevidos quando se aplica cargas maiores do que as previstas em projeto.

A fissuração do concreto em um estado já endurecido provém do trabalho da estrutura estando submetida aos esforços atuantes ao longo do tempo. De acordo com Isaia (2001), o projeto estrutural deve levar em conta a intensidade dessas ações de modo a assegurar um desempenho dentro dos limites aceitáveis de estabilidade e segurança.

Os esforços mais comuns e que levam à fissuração devido a cargas externas aplicados são aqueles que geram tensões de tração tais como, flexão, cisalhamento, punção e/ou torsão.

Assim como Carmona e Filho (2013) afirma, o mal dimensionamento ou detalhamento incorreto de peças especiais pode também levar a fissuras importantes, tais como consolos, apoios, insuficiência ou comprimento inadequado de armaduras de ancoragem.

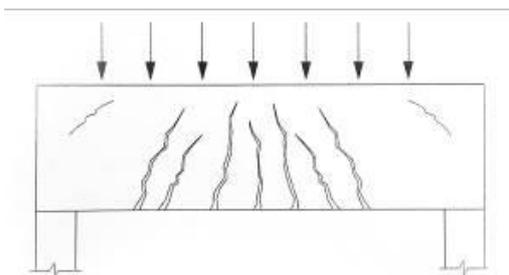
2.4.4.1 Formatos de fissuras devido a sobrecargas

- Devido à flexão:

Essas fissuras são praticamente verticais no terço médio do vão, suas maiores aberturas estão em direção à face inferior da viga onde estão as fibras mais tracionadas (figura 19). Segundo Thomaz (1998), no caso de vigas atirantadas ou vigas altas, as fissuras geralmente ramificam-se em direção às fibras mais tracionadas, pois é nesta região que ocorre uma redistribuição de tensões devida à presença da armadura, como visto na figura 20. As causas das trincas por flexão estão entre: armaduras insuficientes ou mal colocadas, falta de comprimento de amarração, secção insuficiente, erros de cálculos, colocações de vergalhões em número ou diâmetro inferior, concreto de menor resistência. De acordo com Ripper e

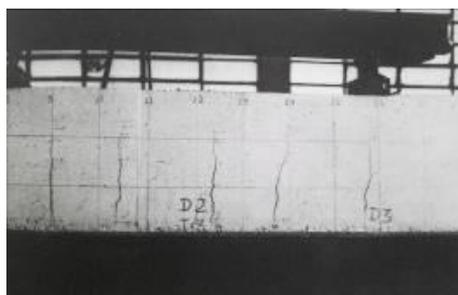
Souza (2009), em casos em que o esforço predominante é compressivo, seja em situações de compressão simples ou de flexão composta, poderão ser desenvolvidos quadros de fissuração, sempre que as resistências últimas do concreto for ultrapassada. (figura 21)

Figura 19: Fissuras em vigas devido a esforços de flexão



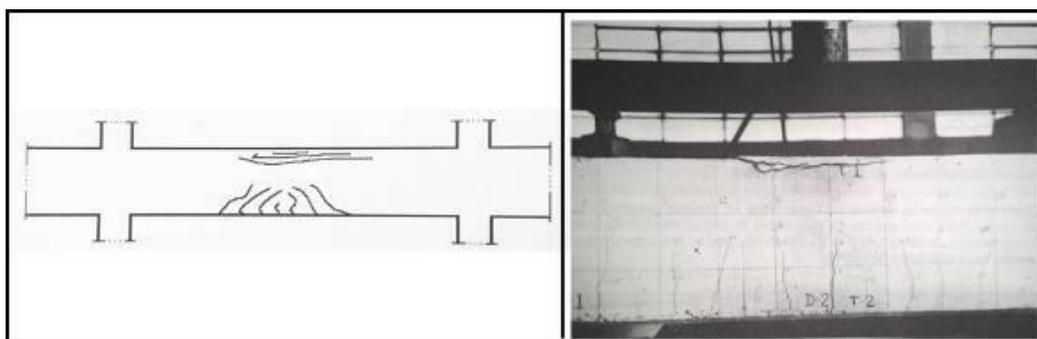
Fonte: Isaia (2011). Concreto: ciência e tecnologia. P.1123

Figura 20: Fissuras verticais, devido a presença de armaduras de tração



Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 42

Figura 21: Fissuração em viga submetida a flexocompressão



Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 46

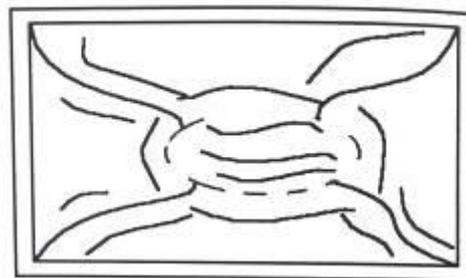
No caso das lajes, as trincas por flexão possuem uma configuração mais variada que dependem de fatores como a relação entre comprimento e largura da peça, esquematização da armadura e natureza da sollicitação. Na face superior, estão presentes nos cantos das lajes de forma inclinada, gerando uma espécie de triângulo nas quinas do elemento. Em sua parte inferior, sua forma já é diferente, as linhas estão em direção das quinas ao centro da laje, onde uma fissura paralela ao maior lado da laje se forma no centro da peça. (Figura 22 e 23)

Figura 22: Fissura em laje por excesso de cargas:
Face superior



Fonte: Ripper e Souza, 1998. Patologia, recuperação e reforço. P. 60

Figura 23: Fissura em laje por excesso de cargas:
Face inferior



Fonte: Ripper e Souza (1998). Patologia, recuperação e reforço. P. 60

- Devido ao cisalhamento

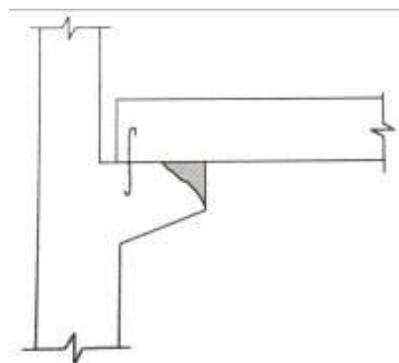
Esse tipo de fissura ocorre normalmente nos pontos de cortante máximo, e é característico de seção insuficiente, excesso de carga, falta de armadura ou armadura disposta de forma incorreta. Possui uma configuração em diagonal (aproximadamente 45°) do local onde a viga está apoiada. (figura 24). Em consolos ela pode gerar fissura por sua concentração de esforços (figura 25)

Figura 24: Fissura de cisalhamento



Fonte: Site: blog da engenharia. Trincas e Fissuras. 2015⁵

Figura 25: Fissura em borda de consolo provocada por concentração de tensão de cisalhamento



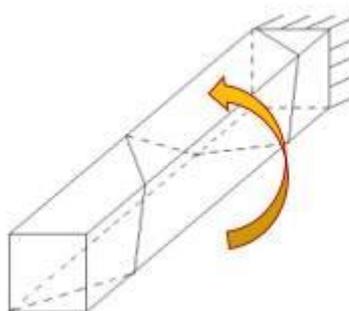
Fonte: Isaia (2011). Concreto: ciência e tecnologia. P.1123

⁵ Disponível em
<<https://blogdaengenhariacivil.wordpress.com/2015/01/26/trincas-e-fissuras/>> Acesso em 18 de setembro de 2017

- Devido à torção:

Assim como Gonçalves (2015) afirma, uma peça está sofrendo torção quando está submetida à rotação em relação a sua seção transversal. Casos com esse tipo de esforço ocorrem em sua maioria em sacadas, lajes com flechas excessivas apoiada sobre viga causando rotação nesta ou marquises. A partir do momento em que essa rotação gera um esforço maior do que o elemento suporta, surgem as fissuras características de torção. Sua configuração é de uma fissura inclinada, com aproximadamente 45° , porém sua especificidade está na aparição dessa trinca nas duas superfícies laterais na forma de segmentos de retas inversas (figura 26).

Figura 26: Fissuras devido a torção



Fonte: Autoria própria

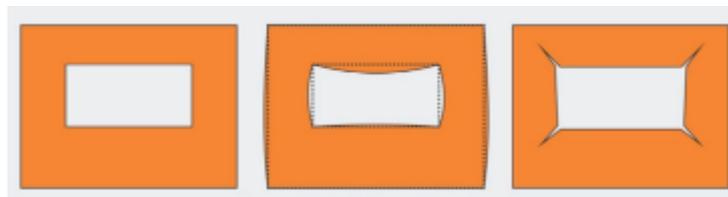
- Devido à ausência de verga e contravergas

Os componentes estruturais admitem flechas que podem não comprometer em nada sua própria estética, a estabilidade e a resistência da construção; tais flechas, entretanto, podem ser incompatíveis com a capacidade de deformação de paredes ou outros componentes que integram os edifícios

As vergas e contravergas são elementos que podem ser feitas em concreto, montadas in loco ou por peças pré-moldadas como blocos canaletas. Sua atuação está na distribuição de cargas nas aberturas em paredes, como janelas e portas, que ocorrem grande intensidade e concentração de tensões. Caso elas não sejam bem dimensionadas, são verificadas fissuras por sobrecargas. A fim delas cumprirem sua função e garantir a integridade da alvenaria, há necessidade das medidas serem realizadas corretamente.

Essas fissuras possuem como características serem inclinadas e estarem ligadas às quinas das aberturas, como visto na figura 27

Figura 27



Fonte: Site: blog da engenharia civil. Trincas e fissuras. 2015⁶

2.4.5 Fissuras causadas por recalques de fundação

Os solos são constituídos basicamente por partículas sólidas, entremeadas por água, ar e em muitos casos, material orgânico. A deformação do solo é algo natural quando submetido a cargas externas, independente da sua proporção. O desempenho de uma edificação é determinado pela interação entre estruturas, fundações e o solo.

Assim como Santos (2014) afirma, um recalque é configurado quando um elemento da fundação se desloca verticalmente. Quando existe uma diferença entre dois elementos da fundação, acontece o efeito chamado de recalque diferencial. Esse recalque diferencial impõe distorções à estrutura que pode acarretar em fissuras. De uma maneira geral, não é apenas a estrutura a sofrer deste efeito. Mas também, as alvenarias e os caixilhos, nos casos de edifícios.

Thomaz (1998) diz que a capacidade de carga e a deformabilidade do solo não são constantes, sendo função dos seguintes fatores mais importantes: tipo e estado do solo, disposição do lençol freático, intensidade da carga, tipo de fundação e interferência de fundações vizinhas. A magnitude do quadro de fissuramento gerado pela falha de uma determinada estrutura está relacionada a capacidade ou não da estrutura assimilar o recalque existente (RIPPER; SOUZA, 2001).

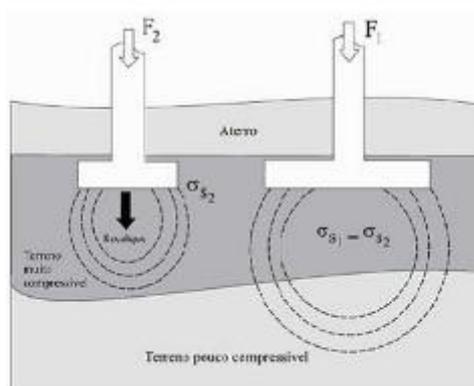
É de fundamental importância que os responsáveis técnicos pelas fundações de estruturas de concreto armado entendam e estudem as interações que

⁶ Disponível em < <https://blogdaengenhariacivil.wordpress.com/2015/01/26/trincas-e-fissuras/> Acesso em 11 de setembro de 2017

as mesmas terão com o solo, pois somente dessa maneira a interação entre o solo-fundação poderá ser entendida.

A Figura 28 mostra duas sapatas com dimensões diferentes descarregando o mesmo valor de carga sobre o solo, a de área maior gera um bulbo de tensões que vai até a camada de solo mais abaixo, assim podendo provocar recalque diferencial e conseqüentemente danos se esta camada for de má qualidade. Acerca disto, fica provada a importância de uma análise do comportamento do solo diante de uma fundação com a mesma carga, mas com dimensionamentos distintos, uma pode sofrer danos por atingir um solo mais compressível e a outra permanecer estável (SOUZA; RIPPER, 1998).

Figura 28: Bulbo de tensões



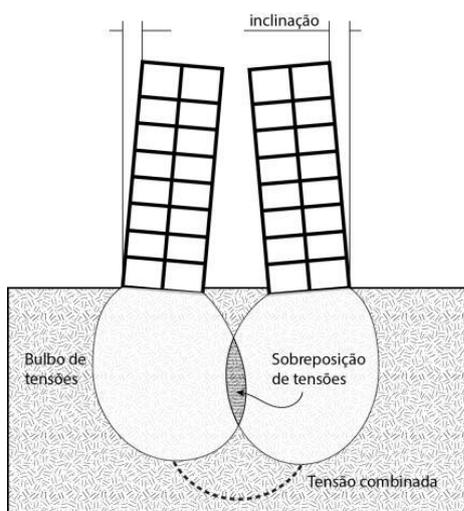
Fonte: Ripper; Souza (1998). Patologia, recuperação e reforço.

2.4.5.1 Formatos de fissuras causadas por recalques de fundação

As fissuras causadas por recalques diferenciais são as mais perigosas, pois identifica um problema estrutural. Em sua maioria são inclinadas e apresentam aberturas geralmente maiores, sua direção está sempre em direção ao ponto onde ocorreu o maior recalque. Segundo Thomaz (1989), outra característica das fissuras provocadas por recalques é a presença de esmagamentos localizados, em forma de escamas, quando os recalques são marcantes, observa-se nitidamente uma variação na abertura da fissura.

Quando uma fundação é realizada, ela transfere ao solo cargas de forma isoladas. A existência de outra solicitação altera as tensões na massa do solo, provocando recalques. Assim como a figura 29 mostra.

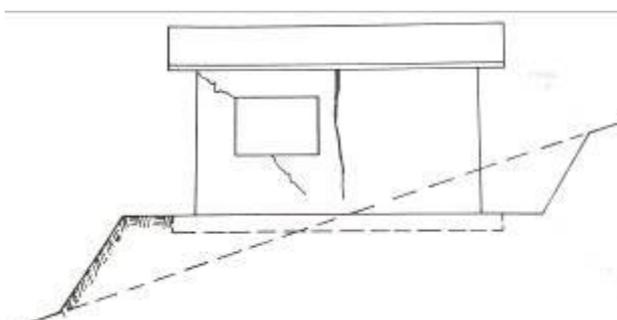
Figura 29: Superposição de tensões



Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2008, apud. SANTOS, 2014)

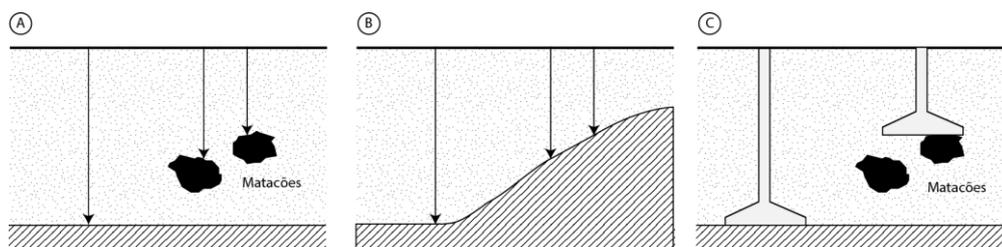
Para edifícios uniformemente carregados existem diversos fatores que podem conduzir à recalques diferenciados, logo gerando fissurações. Quando um terreno foi aterrado, existe a possibilidade da movimentação do mesmo, devido as condições em que ele foi modificado. Nesses casos, a edificação que está sobre esse terreno poderá sofrer fissuras pela deformação do solo natural abaixo do aterro ou por deformações no corpo deste aterro. (figura 30). Em casos de terrenos que não foram modificados, ocorre o recalque diferenciado pela própria heterogeneidade do solo. Por isso há a extrema necessidade de um estudo de sondagem aprofundado, pois a área investigada pode apresentar subsolo distinto do observado nas sondagens executadas. Uma má interpretação desses dados pode gerar confusão quanto a existência de matacões com rochas contínuas, gerando um equívoco da forma e do apoio da fundação (figura 31).

Figura 30: Fissura devido à fundação assentada sobre aterro



Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 96

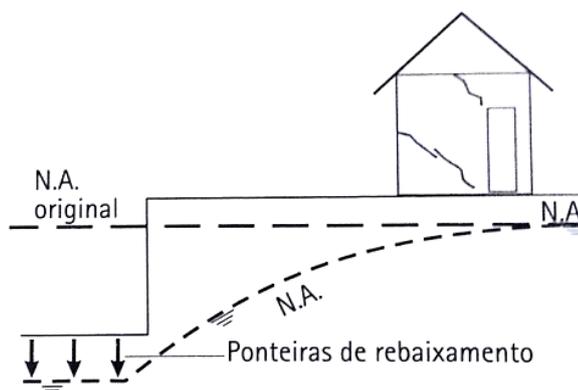
Figura 31: A) Perfil real; B) Perfil adotado (equivocado); C) Apoio inadequado da fundação



Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid, (2008, apud. SANTOS, 2014)

Segundo Rebello (2008), o rebaixamento do lençol freático produz uma diminuição na pressão neutra (pressão de baixo para cima devida à água), aumentando a pressão efetiva (provocada pelo peso do solo). Dessa forma, há um aumento de pressão sobre o solo, o que pode provocar recalques sem a necessidade de haver aumento na carga sobre a fundação. Figura 32

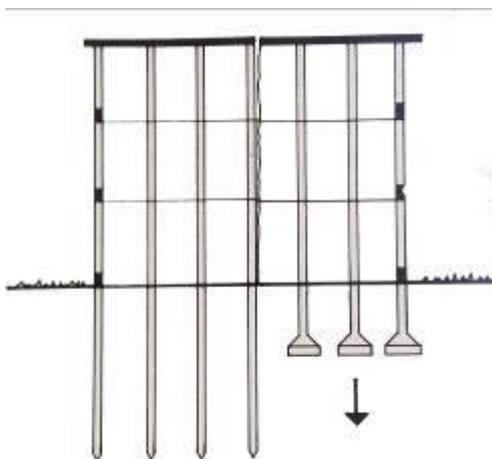
Figura 32: Recalque diferenciado por rebaixamento do lençol freático



Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid, (2008, apud. SANTOS, 2014)

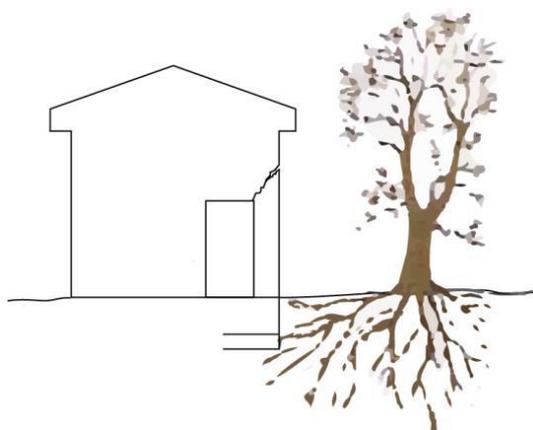
Em um exemplo Thomaz (1998) diz que em construções de edifícios dotados de um corpo principal, que seria mais carregado, e de um secundário, menos carregado, tendo como sistema de fundação o mesmo tipo, isso conduzirá a recalques diferenciados entre as duas partes, com fissuras verticais entre elas e fissuras inclinadas no corpo do menos carregado, o que é visto na figura 33. Quando adotado sistemas diferentes de fundação numa mesma obra, ocorrerá o mesmo problema. Santos (2014) afirma que a vegetação também é influenciadora nas construções e nas movimentações que o solo sofre. “O efeito da vegetação pode ocorrer por interferência física das raízes ou pela modificação no teor de umidade do solo, uma vez que as raízes extraem água do solo para manter seu crescimento” (SANTOS, 2014, p. 63). (figura 34)

Figura 33: Fissuras pelo uso de diferentes sistemas de fundação na mesma construção



Fonte: Thomaz (1998). Trincas em edifícios. P. 42

Figura 34: trinca provocada por recalque devido à retirada de água pela vegetação próxima



Fonte: Thomsaz (1998). Trincas em edifícios. P. 42

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Descrição e análise

Para maximizar o aprendizado e aplicar o conhecimento obtido, foi realizada uma vistoria em uma casa que apresenta sintomas de deficiência no seu corpo, aplicando a pesquisa bibliográfica exposta acima desenvolvida por autores que já estudaram casos patológicos de fissuras em construções de concreto armado. Objetivando estabelecer a origem e os motivos das trincas, analisou-se a época em que a casa foi construída, os materiais aplicados, a mão de obra e o sistema construtivo. Cabe ser dito que foi buscado levantar in loco a definição e características gerais e específicas da edificação. As manifestações das fissuras foram identificadas através de inspeções visuais executadas.

A obra estudada está situada no município de Cardoso Moreira, localizada na região norte do estado do Rio de Janeiro. Trata-se de um local rural, com poucos habitantes, onde as construções muitas vezes são realizadas pelos próprios moradores, e não por mão de obra especializada. O clima da região é do tipo tropical, caracterizado por apresentar duas estações bem distintas: verão-primavera chuvosa, sendo dezembro o mês de maior precipitação pluvial; e outono-inverno seco, sendo agosto o mês mais seco. Temperatura média do mês mais frio (julho) pode ser inferior a 18° C e a do mês mais quente (dezembro) ultrapassa os

22° C. De uma maneira geral, a região é caracterizada por baixos índices pluviométricos, apresentando clima bastante seco e sem bruscas variações de temperatura. Contudo, os materiais de construção possuem suas características individuais, no qual cada um responde de uma maneira ao clima da cidade. O surgimento e o agravamento de algumas patologias podem ser atribuídos a vários fatores que atuam de forma diferente, sendo uma delas a exposição a intempéries.

O objeto de estudo é uma casa de um pavimento, sem laje, com cobertura em telhas cerâmicas, vedação em blocos cerâmicos, e revestimento externo em emboço misto com acabamento em pintura. Possui duas varandas, onde cada uma dá acesso a casa através de ambientes distintos. O terreno está em seu estado natural, sem pavimentação e modificações, conta com uma área construída de aproximadamente 89 m². (figura 35)

Figura 35: Casa vistoriada

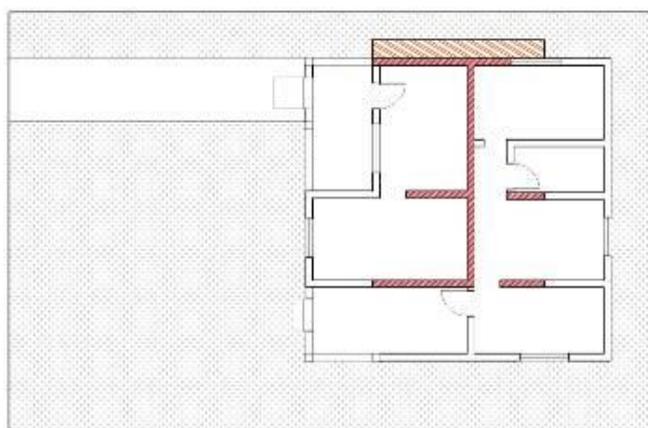


Fonte: Autoria própria, 2017

Atualmente a casa já sofreu alterações estruturais desde sua construção. Temos como informação obtida pelo morador, que se encontra lá desde antes de tais modificações, que a casa antiga foi construída por tijolos cerâmicos maciços, já não possuía laje e era composta por apenas um quarto, sala, cozinha e um banheiro. Na reforma foram aproveitados muitos elementos da construção antiga,

apenas acrescentando ambientes e realizando aberturas para janelas ou portas. O telhado também foi alterado, ampliando e trocando telhas antigas por novas. Para o apoio da cobertura nas paredes, foram colocados perfis de madeira para trabalharem como viga na estrutura, e assim poder distribuir a carga por toda a parede. A imagem abaixo (figura 36) apresenta a estrutura mantida em vermelho e o que lhe foi adicionado em branca com contorno preto. A faixa laranja é a base da casa antiga, pois pelo terreno não ser totalmente plano, foi construída uma estrutura em concreto para assentar a casa.

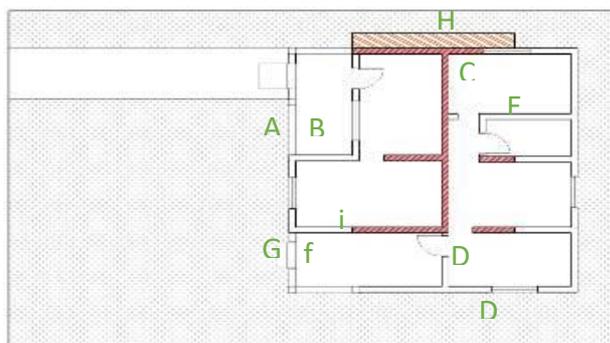
Figura 36: planta baixa da casa em estudo



Fonte: Autoria própria, 2017

Realizada cerca de 10 anos atrás, essa reforma começou a apresentar falhas com o decorrer do tempo, devida a falta de mão de obra especializada e de profissionais responsáveis pelo projeto e pela construção. A aparição de fissuras foi o que causou maior estranhamento e incômodo aos moradores. Tal patologia manifestou-se em várias áreas da casa, algumas sendo de maior proporção do que outras.

Figura 37: planta baixa da casa em estudo



Fonte: Autoria própria, 2017

Por meio de inspeção visual, pôde-se observar que em sua maioria, as fissuras aconteceram pelas seguintes causas:

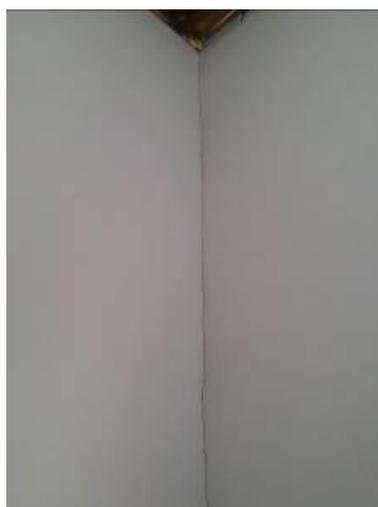
- a) Movimentação térmica diferenciada entre os componentes e utilização de materiais com características de resistência diferentes sem o devido tratamento para boa aderência, o que gerou tensões que causaram fissuras como exemplificada abaixo



- b) Materiais que possuem diferentes coeficientes de dilatação térmica. Casos assim, ocorrem em função da resistência à tração da argamassa de assentamento e dos outros componentes. O cimento por possuir pouca resistência a tração, quando utilizado em maior quantidade do que necessário, pode gerar fissuras.



- c) União de paredes com materiais distintos e sem o devido ancoramento. No caso, o material antigo da casa eram tijolos maciços, e a construção nova consiste em tijolo furado.



- d) Deficiência nas dimensões ou falta das vergas e contravergas, que geram fissuras inclinadas nas quinas das aberturas (janelas ou portas), pois não há estrutura que suporte a carga superior que se depara com a abertura. Também a retração térmica devida ao resfriamento do concreto, aquecido durante a hidratação do cimento, e a retração hidráulica associadas à variação de temperatura do meio ambiente geram concentração de tensões de tração junto aos cantos das aberturas, e em consequência geram as fissuras.



- e) Acabamento de instalações com material inadequado e fora do padrão existente e mal executada. Isso causou uma fissura rente ao corte da alvenaria em todo o caminho que a fiação percorre.



- f) Utilização de argamassas com teor de cimento alto para o assentamento de cerâmicas, deixando-a extremamente rígida, gerando trincas pela pouca capacidade de deformação em casos de movimentação dos materiais que estão trabalhando juntamente com ela. Tal patologia podendo ser causada também pela retração dessa argamassa



- g) Sobrecarga da estrutura do telhado e material de má qualidade gerou fissura em parede que é apoiado, além de agravar trincas geradas pela falta ou má dimensionamento de verga em paredes com abertura da porta.



- h) Diferentes sistemas de fundação na mesma construção provocaram fissuras. Para ampliação da casa nos fundos, foi realizada um aumento da fundação antiga, porém não se tem a certeza de que foi executado o mesmo sistema, logo as fissuras abaixo indicam que houve um recalque diferenciado.



- i) Trinca horizontal na base da alvenaria por efeito da umidade do solo



4 CONCLUSÃO

Saber analisar e diagnosticar a origem de uma patologia é de suma importância para a avaliação do estado de uma edificação. As fissuras, por serem visíveis a todos, podem causar preocupações desnecessárias aos que não possuem conhecimento técnico para analisá-las. Desta forma, este trabalho procurou identificar as causas e configurações de inúmeras tipologias de fissuras para auxiliar no diagnóstico de cada uma.

Como foi visto no estudo de caso, a casa analisada possui inúmeras fissuras causadas pela má execução e falta de mão de obra especializada. A escolha dos materiais é de extrema importância, pois foram eles que trouxeram muitos danos à edificação. A boa elaboração de um projeto, detalhamentos e especificações corretos e a execução adequada do sistema construtivo escolhido, resultam em uma obra com menos chances de aparições de problemas.

Ficou claro que a fissura mais problemática é a causada pelo recalque diferencial, pois caso não estabilizadas, podem gerar graves danos à estrutura. Como foi identificada na vistoria um caso assim, cabe ao profissional analisar se ela está viva ou morta fazendo um controle das movimentações da edificação ao longo do tempo, para assim poder realizar um procedimento de recuperação estrutural adequado.

Diante a pesquisa realizada pôde-se constatar que as fissuras encontradas na casa foram causadas, em geral, por movimentações térmicas e higroscópicas dos materiais, e sobrecargas pelo mal dimensionamento principalmente das vergas e contravergas. A fim de uma análise mais precisa é recomendável a utilização de equipamentos para a realização de testes que possam garantir uma concretização da causa que se obteve com a vistoria, além de suprir qualquer dúvida que se tenha sobre sua origem.

Em caso de recuperação da casa, há necessidade em saber se as fissuras estão passivas ou não, pois em cada situação o tratamento é diferente. Nesse caso é necessário o monitoramento com aplicação de gesso ou uma placa de vidro para certificação de que já se estabilizaram. Do contrário será necessário sanar o problema antes do processo de recuperação.

Para o reparo das fissuras causadas por sobrecarga e falta de vergas e contravergas, é sugerido o aumento do comprimento dessas peças, podendo ou não

ser colocada uma chapa de aço entre a verga e a alvenaria. Nas fissurações causadas por uso de materiais distintos que possuem coeficientes diferentes de dilatação, o sistema de recuperação utilizado seria a fixação de uma tela (material flexível) inserida na nova argamassa, transpassando a fissura em 20cm aproximadamente para cada lado, deixando a intensidade dos esforços causados pela movimentação mais suave entre os dois elementos. No caso das trincas por recalque, se estabilizadas ou com movimentos que não são muito pronunciados, o ideal é a inserção de um material flexível e hidrofugante (selantes e membranas acrílicas por exemplo), para impedir que agentes externos adentrem o concreto e a parede, gerando novas patologias. Nas demais fissuras, como a constatada no percurso onde a fiação foi colocada, poderão ser recuperadas superficialmente através da introdução de bandagem no revestimento ou de tela de náilon na pintura.

Contudo, é de extrema importância escolher os materiais adequados para se fazer o reparo, seja qual for a sua causa.

**ANALYSIS AND DIAGNOSIS OF CRACKS AND FISSURINGS IN BUILDINGS:
Case study in residence in the city of Cardoso Moreira, RJ**

ABSTRACT

The pathologies may occur in a reinforced concrete structure as well as during the construction phase and after delivery. The accomplishment of an enterprise, it may be a house, corporate buildings, hospitals, among others, involves phases of planning, design, manufacturing and selection of materials and execution. These phases are important factors that influence the performance of the structure, whether it is good or not, and they can provide some pathological damages. The cracks are pathological manifestations that appear in the concrete structures, they can be noticed, initially, in the weak points of these structures. These openings are the most common occurring damages and they cause discomfort to those who see it. That is why it is necessary to analyze the typologies of the cracks to thereby identify their causes and possible damages that they can bring to the building. This work will present reasons that cause the appearance of the cracks, it will help in the understanding and recognition of the problems and it will classify them according to their configurations. That is why it was opted for a bibliographical research raising information about causes and where and how the fissures are exposed. In order to complement the theoretical work and with the goal to affirm what was stated, a case study is presented, in which a survey was carried out to identify this pathology. The study diagnosed that most of the cracks that were cataloged occurred due to the bad construction and thermal and hygroscopic variations of the concrete.

Key-words: Analysis. Causes. Fissure. Reinforced concrete. Cracks.

REFERÊNCIAS

AECweb, Redação. Patologias do Concreto. *Revista digital aecweb*. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-do-concreto_6160_10_0> Acesso dia: 05 set.2017

ASSIS, Fernando Fernandes de. *Fissuras por movimentações térmicas em estrutura de concreto armado*. 74f. Monografia. UFGO, Goiânia, 2013. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/fissuras_por_movimenta%3%87%3%83o_t%3%89mica_em_estruturas_de_concreto_armado.pdf> acesso dia: 11 set. 2017

BERTOLINI, Luca. *Materiais de construção: patologia, reabilitação, prevenção*. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

BLOG DA ENGENHARIA. *Trincas e fissuras*. 26 jan. 2015. Disponível em: <<https://blogdaengenhariacivil.wordpress.com/2015/01/26/trincas-e-fissuras/>> Acesso dia: 11 set. 2017

CARMONA, Thomas; FILHO, Antônio Carmona. *Fissuração nas estruturas de Concreto*. Boletim Técnico, 2013. Disponível em: <<http://alconpat.org.br/wp-content/uploads/2012/09/B3-Fissura%3%A7%3%A3o-nas-estruturas-de-concreto.pdf>> Acesso dia: 30 ago.2017

CORSINI, Rodnei. Trinca ou fissura. *Revista online Techne Pini*. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>>. Acesso em: 28 ago. 2017

COSTA, Yan Nunes Rangel. *Análise e Diagnóstico de trincas e fissuras em edificações*. Monografia. UCB, Brasília, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ucb.br/jspui/handle/123456789/8269>> Acesso dia 05 set. 2017

GOMES, Adriano. Patologias na construção civil. *Site: unumaarquitectura.com*. 11 jan. 2016. Disponível em: <<http://www.unumarquitectura.com/single-post/2016/1/11/PATOLOGIAS-NA-CONSTRU%3%87%3%83O-CIVIL>> Acesso dia: 30 set. 2017

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. *Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armada de obras de edificação*. Monografia. UFRJ, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf> Acesso dia: 19 set. 2017

ISAIA, Geraldo Cechella. *Concreto: Ciência e Tecnologia*. 1.ed. São Paulo: IBRACON, 2011.

KAMMLER, Henrique; BLAUTHER, Igor; ARAUJO, Camila. *Fissuras e trincas na engenharia civil*. In: IV Congresso de Pesquisa e Extensão da FSG. 2016. Caxias do Sul, RS. Disponível em:

<ojs.fsg.br/index.php/pesquisaextensao/article/download/2196/1818> Acesso dia: 28 ago.2017

LEAL, Ubiratan. Olhar de perito. *Revista online Techne Pini*. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/87/artigo285316-1.aspx>>. Acesso em: 30 ago. 2017

MARCELLI, M. *Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras*. São Paulo: Pini, 2007

NOAL, Bruno Alexandre Mainardi. *Entendendo as trincas e as fissuras*. Jul, 2016. Disponível em: <<http://www.mapadaobra.com.br/inovacao/entendendo-as-trincas-e-fissuras/>> Acesso dia: 30 ago.2017

OLIVEIRA, Alexandre Magno de. *Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações*. 96f. Monografia. Curso de Especialização em Gestão em Avaliações em Perícias. UFMG, 2012. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/96.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2017.

OLIVEIRA, Thiago. Beirada seca. *Revista online Techne Pini*. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/137/beirada-seca-pingadeira-e-opcao-mais-eficiente-para-afastar-286530-1.aspx>> Acesso em: 16 set. 2017

SANTOS, Guilherme Veloso dos. *Patologias devido ao recalque diferencial em fundações*.111f. Monografia. Uniceub, Brasília, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/6389/1/21113271.pdf>> Acesso dia: 19 set. 2017

SOUZA, Vicente Custódio Moreira; RIPPER, Thomaz. *Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto armado*. 1. ed. São Paulo: Pini Ltda, 1998.

THOMAZ, Eduardo C.S. *Fissuração – 168 casos reais*. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/fissuracao/Coletanea_Fissuracao_Eduardo_Thomaz.pdf> Acesso em: 05 set.2017

THOMAZ, Ercio. *Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação*. 1.ed. São Paulo: Pini Ltda, 1989.

TRINDADE, Diego dos Santos. *Patologias em Estruturas de Concreto Armado*. 88f. Trabalho de graduação em Engenharia Civil. UFSM, RS. 2015. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2015/TCC_DIEGO%20DOS%20SANTOS%20DA%20TRINDADE.pdf> Acesso em: 05 set.2017

VALLE, Juliana Borges de Senna. *Patologias das alvenarias: Causa, diagnóstico e previsibilidade*. 81f. Trabalho de especialização em Construção civil. UFMG, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Patologia%20das%20alvenarias.pdf>> Acesso dia: 06 set.2017