



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DAS CAUSAS E RECUPERAÇÃO DE FISSURAS EM
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM DESTERRO-PB**

LUAN GUTYERRE MEDEIROS SANTOS

POMBAL – PB

2023

LUAN GUTYERRE MEDEIROS SANTOS

**ANÁLISE DAS CAUSAS E RECUPERAÇÃO DE FISSURAS EM
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM DESTERRO-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Me Rodrigo Mendes Patrício Chagas.

Co-Orientador(a): Prof.(a) Ma. Carla Caroline Alves Carvalho

POMBAL – PB

2023

S237a Santos, Luan Gutyerre Medeiros.

Análise das causas e recuperações de fissuras em residência unifamiliar em Desterro - PB / Luan Gutyerre Medeiros Santos. – Pombal, 2023.

41 f. il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Prof. Me. Rodrigo Mendes Patrício Chagas, Profa. Ma. Carla Caroline Alves Carvalho”.

Referências.

1. Construção civil. 2. Manifestações patológicas. 3. Patologias. I. Chagas, Rodrigo Mendes Patrício. II. Carvalho, Carla Caroline Alves. III. Título.

CDU 69.0 (043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

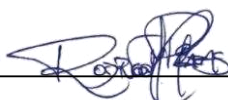
PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE
CURSO.

LUAN GUTYERRE MEDEIROS SANTOS

**ANÁLISE DAS CAUSAS E RECUPERAÇÃO DE FISSURAS EM
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM DESTERRO-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso do discente LUAN GUTYERRE MEDEIROS DOS SANTOS APROVADO em dia 12 de Junho de 2023 pela comissão examinadora composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande.

Registre-se e publique-se.



Prof. Me. Rodrigo Mendes Patrício Chagas.
(Orientador – UFCG)

Professor Me. Luiz Ricardo da Silva Linhares
Engenharia Civil – UACTA – CCTA - UFCG
Avaliador Interno

Professora Dra. Carla Caroline Alves Carvalho
Engenharia Civil – CCBL, UFMA
Avaliadora Externa

Leonardo Formiga de Almeida
(Engenheiro Civil- Avaliador Externo)

RESUMO

Qualquer estrutura está sujeita ao desenvolvimento de manifestações patológicas, tanto por sua degradação natural ao longo de sua vida útil, ou seja por erros cometidos durante alguma de suas etapas, sendo essas: projeto, execução e manutenção. No caso das estruturas, as manifestações mais comuns são as fissuras. Porém, as fissuras podem se manifestar mediante diferentes origens. Nesse sentido, essa pesquisa teve como objetivo geral identificar e analisar as principais causas de formação de fissuras e indicar as principais técnicas para tratamento das mesmas em uma edificação residencial. Para alcançar ao objetivo proposto foi realizado um estudo de caso em uma residência localizada no centro da cidade de Desterro-PB. Notou-se ausência de execução de vergas e contra vergas, retração da argamassa de assentamento e movimentações higroscópicas. Assim, constatou-se então que o processo de fissuração identificado nessa edificação foi causado pela ausência de projetos e erros na fase de execução. Sem qualquer recomendação técnica ou normativa a edificação foi construída com base em conhecimentos baseados em um conhecimento empírico.

Palavras-chaves: Construção Civil. Manifestações Patológicas. Patologias.

ABSTRACT

Any structure is subject to the development of pathological manifestations, either because of its natural degradation throughout its useful life, or because of mistakes made during some of its stages, namely: design, execution and maintenance. In the case structures, the most common manifestations are cracks. However, cracks can manifest themselves through different origins. In this sense, this research had the general objective of identifying and analyzing the main causes of crack formation and indicate the main techniques for treating them in a residential building. To achieve the proposed objective, a case study was carried out in a residence located in the center of the city of Desterro-PB. It was noted the absence of execution of lintels and counter lintels, retraction of the laying mortar and hygroscopic movements. Thus, it was found that the cracking process identified in this building was caused by the absence of projects and errors in the execution phase. Without any technical or normative recommendation, the building was built based on knowledge based on empirical knowledge.

Keywords: Construction. Pathological Manifestations. Pathologies.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	07
1.1 Objetivos	08
<i>1.1.1 Objetivo geral</i>	08
<i>1.1.2 Objetivos específicos</i>	08
1.2 Justificativa	08
1.3 Divisão do trabalho	08
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Manifestações patológicas em construções	10
2.2 Processo de fissuração	11
<i>2.2.1 Principais causas das fissuras</i>	14
2.2.1.1 Sobrecarga	14
2.2.1.2 Sobreposição de pressões	16
2.2.1.3 Investigação do subsolo	16
2.2.1.4 Fissuras decorrentes de carga direta (ações aplicadas)	17
2.2.1.5 Fissuras decorrentes de deslocamentos impostos	18
2.2.1.6 Fissuras causadas pela ausência de verga e contraverga	19
2.3 Técnicas usuais de reparo de elementos fissurados	20
<i>2.3.1 Preparo e limpeza do substrato</i>	21
<i>2.3.2 Materiais utilizados nas técnicas de tratamento de fissuras</i>	22
<i>2.3.3 Técnicas de reparação</i>	24
2.3.3.1 Restauração com pintura acrílica	24
2.3.3.2 Tela de poliéster e massa acrílica	24
2.3.3.3 Injeção de fissuras	25
2.3.3.4 Selagem de fissuras	26
2.3.1.5 Grampeamento de fissuras	27
3. MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 Objeto do estudo	31
3.2 Materiais e equipamentos	31
3.3 Metodologia de pesquisa	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1 Características originais da edificação	32
4.2 Identificação e caracterização das manifestações patológicas	32

SUMÁRIO

4.2.2 Das alvenarias internas	33
4.2.3 Das alvenarias externas	34
5. CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

Toda edificação está sujeita á evolução das manifestações patológicas, quer pela sua decadência natural ao longo da vida, ou seja por erros cometidos em algumas de suas etapas, sendo essas: projeto, implementação e manutenção.

De acordo com Silva e Santos (2018) as manifestações patológicas mais recorrentes em estruturas de concreto armado são as trincas e fissuras. Os autores destacam que a variedade de parâmetros dessas manifestações dificultam a identificação de suas causas, exigindo assim análise por profissional especializado, que por meio de um estudo minucioso é capaz de identificar suas causas.

A ocorrência de fissuras em estruturas de concreto armado é um problema considerável, não somente pelo fator econômico, uma vez que consome gastos em recuperação e minimiza a vida útil da edificação desvalorizando-a, mas também, pode ter origem em um problema patológico grave, que pode vir a desencadear acidentes ou colápsos. Além disso, uma manifestação patológica afeta o usuário sob o ponto de vista de conforto, salubridade e satisfação psicológica dentro da habitação (MOLIN e COUTINHO, 1998).

A manifestação de fissuras se desencadeia por diferentes origens, assim é essencial estudá-las a fim de contribuir com a literatura e com a área técnica na identificação e caracterização do processo de fissuração. Impedindo assim que sejam desacertadamente avaliadas e com isso imprecisamente tratadas. O desempenho e a funcionalidade de uma edificação são afetados quando há incidência de fissuras, tais como o isolamento e a estanqueidade à água. Além disso, podem indicar que a estrutura está sofrendo instabilidade.

Trincas e fissuras se diferenciam pela espessura de suas aberturas. Considera-se fissuras aberturas finas e alongadas na sua superfície e, trincas, aquelas que provocam a separação do elemento (SANTOS, 2014).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Identificar e analisar as principais causas de formação de fissuras e correlatar as principais técnicas para tratamento das mesmas em uma edificação residencial.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar as fissuras existentes na edificação;
- Identificar as possíveis causas para o processo de fissuração;
- Propor medidas corretivas para as fissuras identificadas;
- Avaliar os processos de manutenção desenvolvidos anteriormente.

1.2 Justificativa

Tendo em conta que as fissuras têm ampla interferência no comportamento estrutural de uma edificação e impactam o funcionamento e vida útil do mesmo, identificação de causas e fontes das mesma são extremamente importantes. Com base na identificação é possível prever e comedir a fissuração do concreto ou alvenaria.

Neste enquadramento, o vigente trabalho se fundamenta por ser um estudo que tem por propósito identificar os mecanismos responsáveis por aparecimento de fissuras em estruturas de concreto armado e alvenaria, comparando as principais técnicas para a correção.

1.3 Divisão do trabalho

O primeiro capítulo apresenta a introdução do estudo, relatando sua contextualização; os objetivos a serem alcançados; a justificativa com a importância do tema; bem como a organização do trabalho.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica, onde são discutivos os

conceitos de patologias, manifestações patológicas, fissuras, trincas e rachaduras, além das principais causas e consequências dessas.

No terceiro capítulo relata-se os materiais e métodos empregados nesse estudo a fim de alcançar aos objetivos propostos.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos por meio da aplicação da metodologia proposta, bem como as discussões sobre eles. São relatadas as fissurações identificadas na edificação em estudo, suas possíveis causas, consequências e meios de tratamento.

Por fim, o quinto capítulo relata as conclusões obtidas, relatando como os objetivos foram alcançados e sua relação com o objetivo geral, além da proposição de trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manifestações patológicas em construções

Conforme definição em dicionário, “patologia” é o segmento da medicina que visa estudar as doenças (IANTAS, 2010). Assim, com base nessa ideia vinda da medicina, engenheiros civis, passaram a aplicar esse termo na Engenharia Civil, tornando-se um termo consagrado e amplamente estudado em livros e adotados nos cursos de graduação em engenharia civil em todo o mundo (FRANÇA et al (2011).

Nesse contexto, Silva (2013) explica que a patologia das construções consiste em uma ciência experimental que visa estudar todos os defeitos construtivos de uma edificação, envolvendo conhecimentos multidisciplinares nas diversas áreas da engenharia. Complementa o autor, que a patologia das construções estuda as origens, causas, ocorrência, manifestações e consequências do baixo desempenho que uma edificação pode apresentar.

Conforme Arrivabene (2015) os defeitos se apresentam sob diversas manifestações patológicas, sendo das principais: trincas, fissuras, rachaduras, corrosões etc. Além dessas Helene e Andrade (2007, p. 25) apresentam: “as eflorescências, as fissuras, as flechas excessivas, a corrosão da armadura, as manchas no concreto aparente, os problemas em aterro e compactação e segregação dos componentes do concreto”.

Santos (2014) explica que os maiores causadores de manifestações patológicas em edificações são: falhas de execução e falta de controle de qualidade; que acabam por comprometer a durabilidade e segurança de uma estrutura. Assim, as manifestações patológicas desenvolvem-se mediante a esses erros, dos quais podem acontecer durante qualquer etapa das atividades inerentes à construção civil: concepção/projeto, execução e utilização.

Souza e Ripper (2009, p. 33) defendem:

Objetivamente, as causas da deterioração podem ser as mais diversas, desde o envelhecimento “natural” da estrutura até os acidentes, e até mesmo a irresponsabilidade de alguns profissionais que optam pela utilização de materiais fora das especificações, na maioria das vezes por alegadas razões econômicas (SOUZA e RIPPER, 2009, p. 33).

Dentre as preocupações do aparecimento de manifestações patológicas, está o fato dessas serem evolutivas, ou seja, com o passar do tempo elas se agravam, assim podem colocar a estrutura sobre situação de perigo em um prazo de tempo curto (CÁNOVAS, 1988). Assim, quanto mais rápidos os problemas forem sanados, mais efetivas, duráveis, baratas e fáceis de executar serão (HELENE, 1992).

Piancastelli (2014) relata os agentes que mais provocam manifestações patológicas em estruturas: execução (51%); projeto (18%); uso (13%); materiais (7%); fortuitas (6%); manutenção (3%) e; outros (2%).

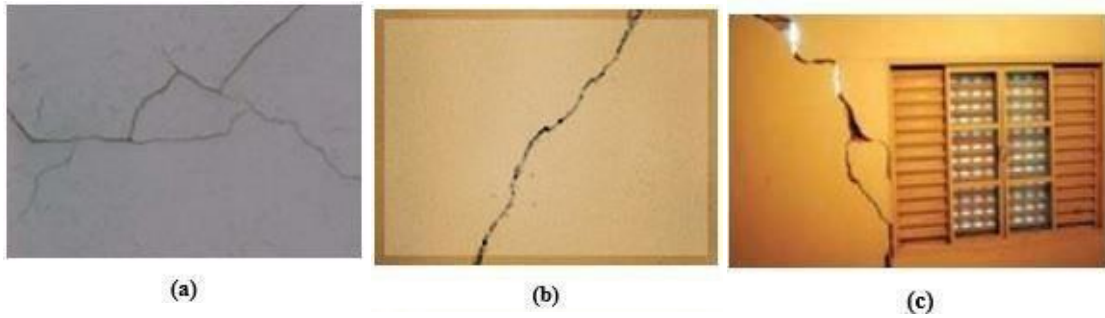
Vitório (2003) destaca que é essencial identificar as origens patológicas, além de identificar quem foi o profissional responsável pelo erro, uma vez que esses problemas podem ainda ser levados a esfera judicial. Assim, se um problema se originou ainda da fase de projeto, a falha foi dos projetistas; quando a origem é a má qualidade dos insumos empregados, a culpa é do fabricante; se durante as obras, a omissão foi do responsável pela execução; se durante o uso, as falhas poderão ser ocasionadas da operação e manutenção

2.2 Processo de fissuração

As fissuras são as manifestações patológicas mais comuns em estruturas de concreto (SANTOS, 2014). No entanto, é preciso caracterizá-las de maneira correta, pois como deficiência estrutural, dependerá sempre da origem e magnitude do quadro de fissuração; já que, pelo fato do concreto ser um material com baixa resistência a tração, naturalmente irá fissurar sempre que essas cargas superarem sua resistência última a tração (BARBOSA, 2014).

Lottermann (2013) então, classifica as manifestações patológicas que causam aberturas como: fissuras; rachaduras; trincas e; fendas. A Figura 1 apresenta exemplos desse tipo de anomalia.

Figura 1 - Exemplos de (a) fissura, (b) trinca, (c) rachadura



Fonte: Valle (2008)

As fissuras são aberturas com formato de linhas que se desenvolvem na superfície, decorrem de uma ruptura sutil de uma parte de sua massa. Apresenta espessura de até 0,5mm. As trincas, são aberturas em forma de linhas, e apresentam espessuras que variam entre 0,5mm e 1mm. Por sua vez, a rachadura é uma abertura com aparência expressiva, que varia entre 1mm e 1,5mm. A fenda apresenta aberturas superiores a 1,5mm (VALLE, 2008).

Diversos são os eventos que podem desencadear o processo de fissuração, Lottermann (2013) destaca: retração do concreto; cura mal executada; variação de temperatura; agressividade ambiental; erros de execução; carregamento excessivos; erros de projeto; recalques.

Veloso (2014) explica que a prevenção é a melhor maneira de evitar o processo de fissuração, utilizando insumos de qualidade; execução atenta dos projetos; utilizar mão de obra especializada. Conforme o autor, esses cuidados podem ajudar a prevenir o surgimento de fissuras nas edificações, ou pelo menos minimizar e atrasar o processo.

Vieira (2017) salienta que a resistência a tração do concreto chega a ser dez vezes menor que sua resistência à compressão. Nesse sentido, as fissuras em concreto têm como sua principal causa as cargas de ocorridas na tração, porém, apesar dessa informação parecer informar que é simples e limitada a identificação da causa de uma fissura, na realidade não é, pois existem diversas causas possíveis.

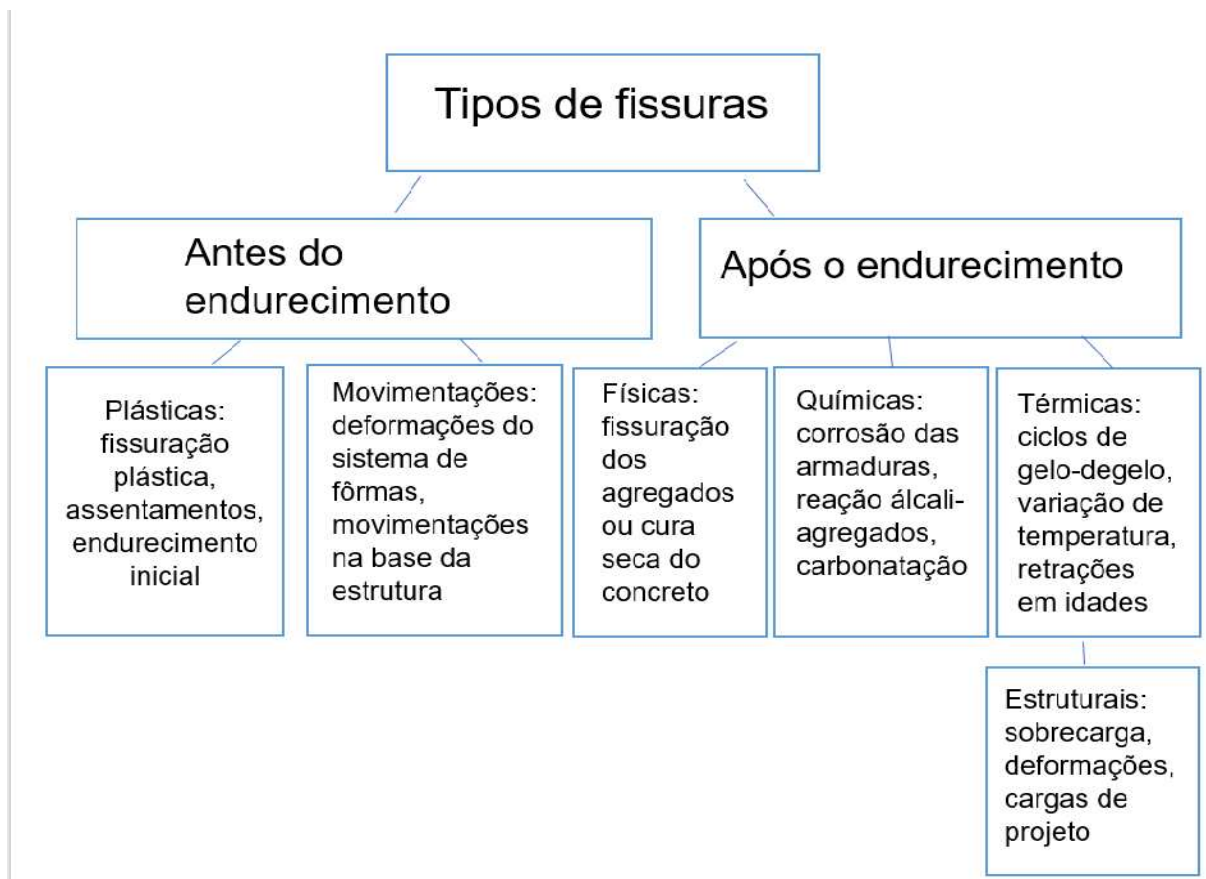
Quando trata-se de patologias em concreto, as fissuras excessivas são as mais comuns, seja pelas modificações internas de comportamento no decorrer do tempo, ou seja, de efeitos reológicos, resultado das próprias características do material ou por efeito das cargas aplicadas às peças, o que é suportado pela quase

totalidade dos trabalhos de cadastramento de danos em nível nacional e internacional (FILHO e CARMONA, 2013).

As fissuras são consideradas manifestações patológicas características das estruturas de concreto e indicam que algo de anormal pode estar acontecendo na edificação (BIANCHINI et al., 2008). Diversos estudos e projetos vêm sendo desenvolvidos a décadas a fim de estabelecer sistemas capazes de diagnosticar de modo mais eficiente do surgimento de fissuras. A técnica de ultrassom é a metodologia mais empregada para determinação da profundidade das fissuras (SILVA et al., 2019).

Pacheco (2018) ressalta que as fissuras podem ser divididas entre as que se originam no estado fresco e aquelas que surgem em estado endurecido, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 - Causas da formação de fissuras no estado fresco e no estado endurecido



Fonte: adaptado por Pacheco, 2018

De acordo com a Figura 3, o desenvolvimento de fissuras envolve a execução da estrutura, as características do meio e as condições de projeto, assim podem aparecer tanto em estado fresco como endurecido.

É importante ressaltar que, comumente, pode ocorrer fissuração por meio de um fenômeno, ou seja, diversos problemas podem ocorrer simultaneamente nas estruturas de concreto (GUPTA, PANG e KUA, 2017).

2.2.1 Principais causas das fissuras

Andrade (2016) afirma que as fissuras são causadas principalmente por movimentações térmicas, devido à dilatação e contração. Esse fenômeno ocorre quando a estrutura, ao se dilatar, desenvolve uma zona de concentração de esforço, assim, a fim de aliviar essa concentração trincas e rachaduras se formam na estrutura. Leal (2003) complementa que, em edificações ocorrem, geralmente, sobreas lajes provocando fissuras horizontais em sua parte inferior.

Corsini (2010) explica que a fissura decorrente de deformação da estrutura, se parece com a fissura decorrente de recalque. Já a fissura provocada por dilatação térmica, se parece a fissura causada por retração de secagem. Assim, é essencial realizar uma inspeção visual detalhada a fim de identificar com certeza a causa da fissura.

Thomaz (1989) destaca que as principais movimentações diferenciadas, ocorrem em função de:

Junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, sujeito às mesmas variações de temperatura (por exemplo, movimentações diferenciadas entre argamassa de assentamento e componentes de alvenaria); Exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais (por exemplo, cobertura em relação as paredes de uma edificação); Gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente (por exemplo, gradiente entre a face exposta e a face protegida de uma laje de cobertura (THOMAZ, 1989 p. 9).

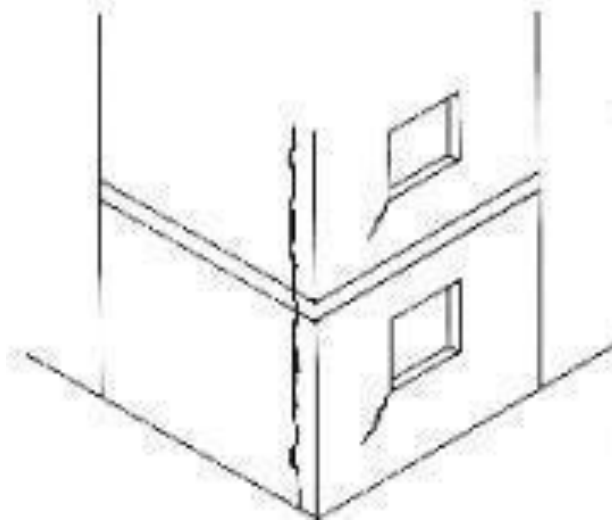
2.2.1.1 Sobrecarga

As sobrecargas atuantes em estruturas, previstas ou não na fase de projeto podem provocar o desenvolvimento de fissuras nos elementos estruturais e de vedação. Elas se desenvolvem pelo excesso de carregamento de compressão. As

fissuras causadas por sobrecarga podem ser horizontais ou verticais (ANDRADE, 2016).

Andrade (2016) destaca ainda que as fissuras verticais (Figura 3), ocorrem com mais frequência e são decorrentes da deformação transversal da argamassa sob ação das tensões de compressão, ou da flexão local dos componentes de alvenaria.

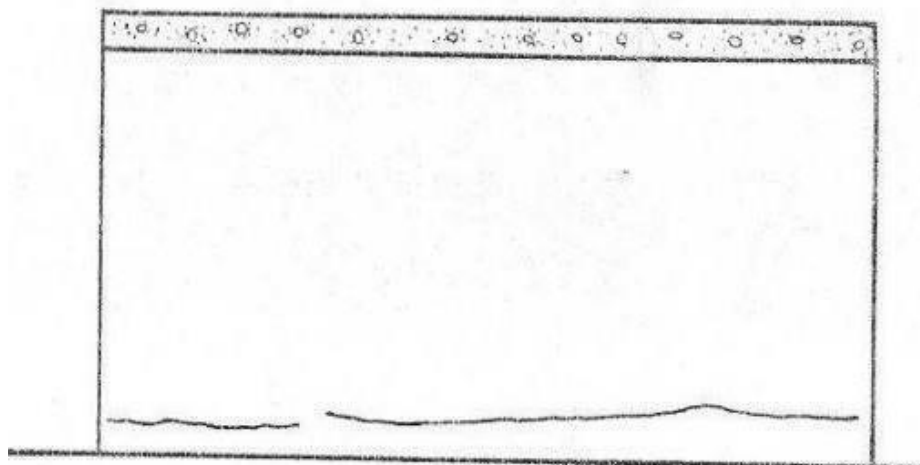
Figura 3 – Fissuras verticais



Fonte: Thomaz (1989)

Já a fissuração horizontal (Figura 4), decorre da ruptura por compressão dos elementos de alvenaria ou da argamassa de assentamento, ou ainda de solicitações de flexocompressão da parede (ANDRADE, 2016).

Figura 4 – Fissuras horizontais

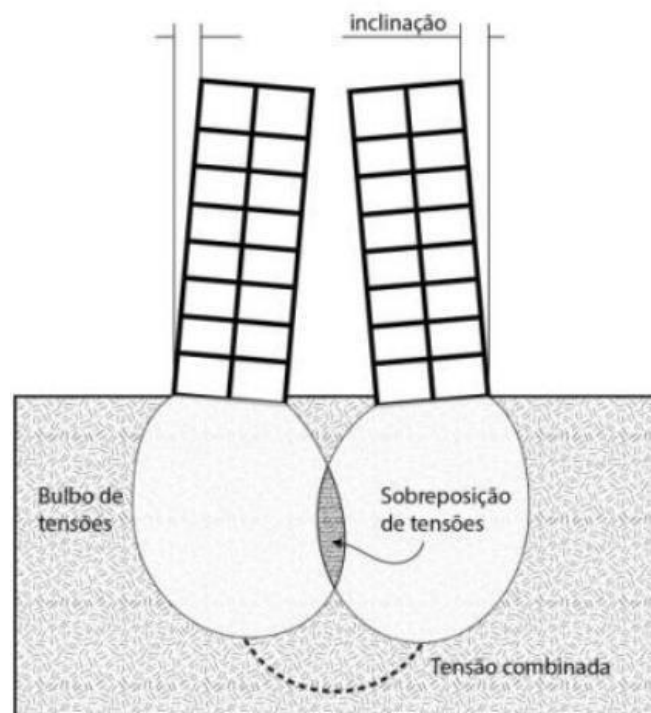


Fonte: Thomaz (1989)

2.2.1.2 Sobreposição de pressões

A sobreposição de pressões acontece em situações onde uma fundação transmite forças ao solo e essa transmissão ocorre de forma isolada. O acúmulo de solicitações modifica as tensões na porção de solo, ocasionando recalques, como ilustra a Figura 5 (SUMENSSE e SANDERS, 2016).

Figura 5 - Sobreposição de tensões



Fonte: Milititsky, Consoli e Schnaid (2015)

2.2.1.3 Investigação do subsolo

A inexistência de investigação do solo é comum em construções de pequeno porte, na maioria dos casos por motivos de economia. Em cerca de 80% dos casos de defeitos em fundações de edificações pequenas e médias, a inexistência de investigações levou à aplicação de soluções incorretas de fundações (MILITITSKY, CONSOLI e SCHNAID, 2015).

De acordo com Santos (2014) em alguns casos a investigação do solo é realizada, entretanto a análise incorreta dos resultados é a causa de tais problemas. Com a crise econômica este tipo de falha tem aumentado ainda mais, já que para baratear os custos esse serviço deixa de ser prioridade.

2.2.1.4 Fissuras decorrentes de carga direta (ações aplicadas)

As fissuras decorrentes de cargas diretas ocorrem geralmente, pelo mau dimensionamento, detalhamento incorreto, insuficiência ou comprimento inadequado de armaduras de ancoragem, entre outros motivos. Esse tipo de fissura consiste no pior caso de fissura que poderá ser apresentado, pois ela em si representa um erro construtivo ocorrido ainda na fase de projeto, que deverá ser cuidadosamente analisado, a fim de determinar se a estabilidade global de todo o elemento estrutural não será afetada por tal erro (SAHADE, 2010).

As cargas mais comuns que resultam em fissuração mediante esforços externos aplicados são os que provocam tensões de tração, como flexão, punção, cisalhamento e torção. O calculista deve ter seu raciocínio focado na segurança, assim deve sempre considerar as fissuras relacionadas com as tensões de tração, no entanto, não são apenas as cargas de tração que provocam fissurações, diversos outros eventos podem influenciar no desenvolvimento de fissuras em estruturas de concreto (FILHO e CARMONA, 2013).

Outro erro de projeto é o cálculo inadequado dos esforços solicitantes ou a falta de identificação de todos os esforços que ocorrem em um determinado elemento. (SOUZA e RIPPER, 2009).

O dimensionamento incorreto ou detalhamento inadequado de peças especiais podem provocar fissuras relevantes, tais como apoios do tipo Gerber, consolos, dimensionamentos inadequados das armaduras de ancoragem, de suspensão entre outras (FILHO e CARMONA, 2013). A Figura 6 apresenta alguns tipos de fissuras originadas por esforços externos aplicados em peças normais e especiais.

Figura 6 - Fissuras originadas por esforços externos



Fonte: Filho e Carmona (2013)

Conforme Stapelbrock, Venturini e Geyer (1999), elementos estruturais cilíndricos geralmente desenvolvem fissuras excessivas uma vez que as cargas tangenciais de tração são altas e em muitos casos são avaliados incorretamente e ainda ocorre a influência negativa dos gradientes térmicos entre exterior e interior dessas estruturas.

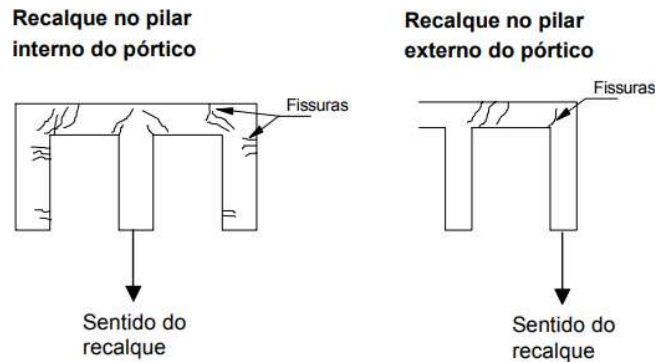
2.2.1.5 Fissuras decorrentes de deslocamentos impostos

O solo é um material compressível devido às suas características de conformação, partículas sólidas entremeadas de água, ar e material orgânico. Por esta razão, ao ser solicitada a compressão por cargas provenientes de estruturas, ele se deforma. Esta mudança de conformação poderá ser proveniente de uma mudança de forma se o solo for calcificado, como argila dura ou areia compacta, pela compactação do solo mole e fofo. À deformação, quando transferida aos agentes causadores (edificações, bases de máquinas, etc.), dá-se o nome de recalque diferencial; podendo gerar novos esforços (ALMEIDA e LIMA, 2001).

Verifica-se que recalques diferenciais (Figura 7) de fundação em função à heterogeneidade do solo ou dos próprios meios de apoio, seja pela superposição de bulbos de pressões que ocorre no caso de fundações próximas ou por expansão do

solo de fundação suscitam esforços que em sua maioria não estão previstos em projeto (FILHO e CARMONA, 2013).

Figura 7 - Recalques de estrutura de concreto armado em pórticos



Fonte: Thomaz (2014)

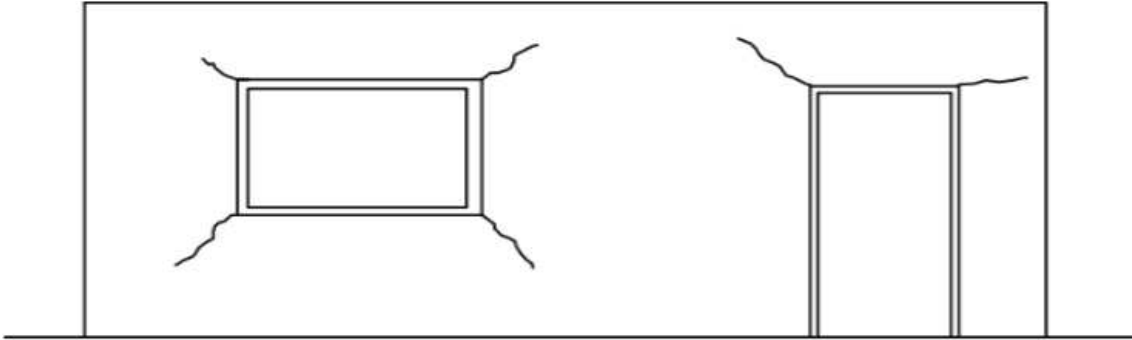
Entende-se desta forma que respeitando certos limites, as estruturas são capazes de absorver pequenos recalques diferenciais. Isto ocorre em relação à rigidez, à altura da estrutura, à velocidade e à distribuição da ocorrência dos recalques diferenciais. Então, a configuração das fissuras devido aos recalques de fundação pode ser variada, dependendo do ponto recalçado.

2.2.1.6 Fissuras causadas pela ausência de verga e contraverga

Camargo, Arantes e Silva (2019) explicam que a má ou mão execução de vergas e contravergas nas aberturas resultam no desenvolvimento de fissuras frente a concentração de cargas existentes nessas regiões. Conforme Thomaz (1989) o processo de fissuração decorrente de sobrecargas em torno das aberturas acontece em paredes submetidas a carregamentos de compressão excessivos, com uma ou mais aberturas e caracteriza-se pelo desenvolvimento de fissuras a partir do vértice das aberturas.

A Figura 08 apresenta formas usuais de processos de fissuração paredes de alvenarias com esquadrias, porém sem a existência de vergas e contravergas.

Figura 8 – Fissuras em torno de aberturas em paredes submetidas a sobrecarga



Fonte: Thomaz (1989)

As vergas e contravergas são elementos estruturais que devem ser executados sobre vãos de aberturas não maiores do que 1,2m, visando distribuir as cargas concentradas nas paredes adjacentes aos vãos (ABNT NBR 6118, 2014).

2.3 Técnicas usuais de reparo de elementos fissurados

O tratamento de fissuras varia conforme sua causa e classificação, ou seja, se é ativa ou passiva, e da demanda ou não de execução de procedimentos de recuperação e reforço (MAGALHÃES e OLIVEIRA, 2017).

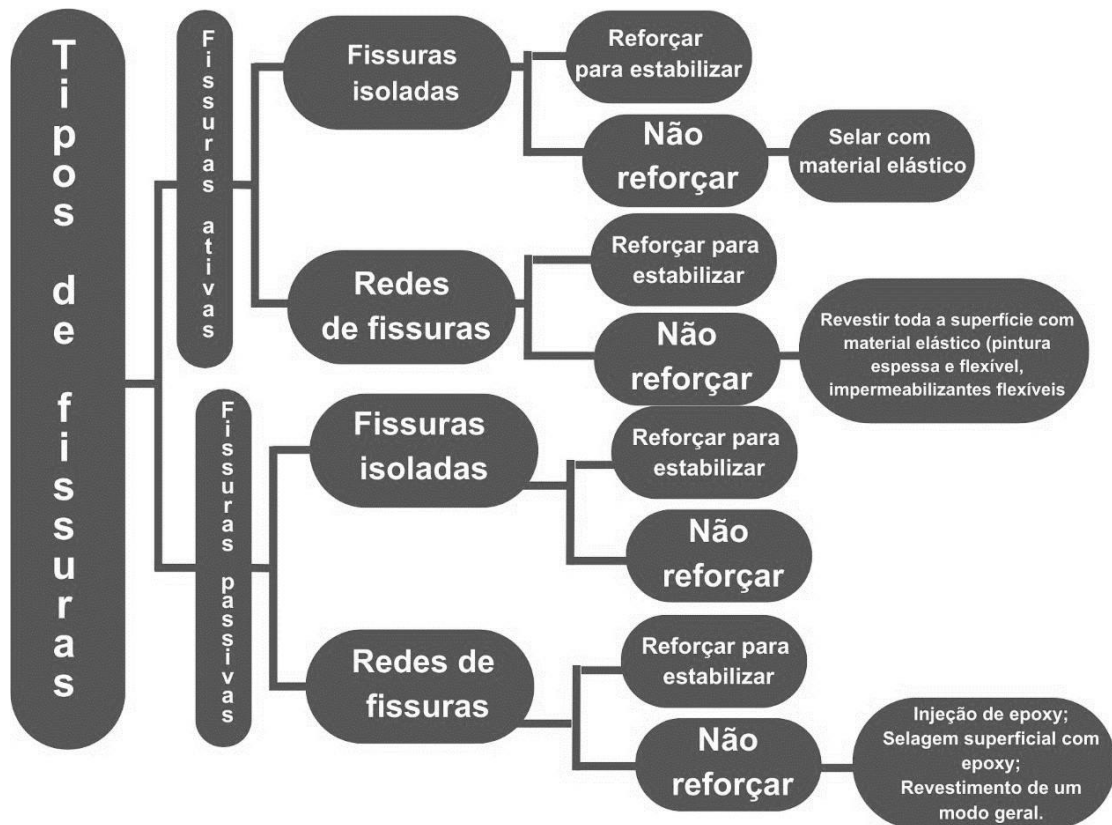
No entanto, de acordo com Thomaz (1989), muitos profissionais enfrentam dificuldade na hora de classificá-las, principalmente porque uma mesma causa pode resultar em diferentes configurações de fissuras e uma determinada configuração pode ser característica de diferentes causas ou ainda, uma fissura pode se originar de um conjunto de causas distintas.

Assim, é essencial tratar primeiro a causa, para só então tratar a fissura em si, no entanto, em muitos casos, esses procedimentos são caros a até inviáveis, principalmente em obras de pequeno porte. Por isso, geralmente, são executados processos de reparação das fissuras, que consiste na limpeza e preenchimento, visando assegurar a proteção da estrutura (MAGALHÃES e OLIVEIRA, 2017).

Quando reparada, as fissuras podem ser liberadas ou travadas, conforme o método aplicado para tratamento, que tenha características de elasticidade ou de rigidez capazes de manter a fissura ativa através de materiais que a libere, com aplicação de materiais flexíveis, ou que as travem, por meio da aplicação de materiais rígidos, capazes de enrijecer o local do tratamento (THOMAZ, 1989).

No fluxograma apresentado na Figura 9 ilustra exemplos de opções para reparo em casos em que não são efetuados processos de recuperação e reforço da estrutura, conforme recomendação de Dal Molin e Coutinho (1988).

Figura 9 – Métodos de reparação
Fonte: Adaptado de Molin e Coutinho (1988)



2.3.1 Preparo e limpeza do substrato

A primeira etapa para reparação de fissuras começa com a limpeza e preparação da base, ou seja, a superfície em que será realizado o reparo. Existem diversas técnicas para limpeza, que depende do estado em que o elemento se encontra, das limitações dos materiais, localização, tamanho, dentre outras características da fissura (HELENE, 1992).

De acordo com Magalhães e Oliveira (2017) os principais métodos de limpeza são: apicoamento; escovação manual e; método abrasivo.

Gonçalves (2015) explica que o apicoamento é executado por meio da retirada da camada mais superficial do concreto, visando aumentar a rugosidade superficial do elemento visando garantir maior aderência quando o material de

reparo for aplicado. O processo pode ser realizado com auxílio de equipamentos pontudos de metal e muito resistentes, capazes de escarificar a parte superficial do elemento resultando em fraturas nas camadas da argamassa e dos agregados. O processo pode ser feito de modo manual em locais de acesso dificultado, ou mecanicamente, em grandes áreas (GONÇALVES, 2015).

A escovação manual consiste na limpeza de superfícies pequenas e na remoção da corrosão do aço que podem estar presos nas barras (HELENE, 1992).

O método abrasivo é realizado por meio da remoção da argamassa superficial agregados finos a fim de alcançar uma superfície plana e áspera, para isso podem ser usados instrumentos manuais ou mecânicos como espátulas, discos de polimento e maquitas (MAGALHÃES e OLIVEIRA, 2017).

Terminada a limpeza, é preciso assegurar que a superfície esteja coesa e firme, uniforme e sem irregularidades, seca, livre de sujeiras, eflorescência, partículas soltas, gorduras, óleos ou graxas, além de sem a presença de mofos, fungos e demais microrganismos biológicos, a fim de garantir boa aderência dos materiais de reparação (SOUZA, 2008).

Além disso, é preciso se atentar a qualquer ponto de infiltração de fluidos ou umidade, que precisam ser eliminados. Ainda, em superfícies com alta porosidade, com absorção que supera 15%, é recomendada a aplicação de selantes à base de dispersão aquosa de resina acrílica (SAHADE, 2005).

Em áreas onde o substrato possui pouca resistência mecânica, ou seja, bases fracas ou pulverulentas, recomenda-se aplicar um fundo preparador de superfícies à base de resina acrílica ou dispersão aquosa (SAHADE, 2005).

2.3.2 Materiais utilizados nas técnicas de tratamento de fissuras

Diversos materiais podem ser aplicados em reparos e, constantemente, novos materiais são desenvolvidos e lançados no mercado. Assim, são apresentados os mais empregados (MAGALHÃES e OLIVEIRA, 2017).

- Argamassas

É recomendada para aplicação áreas pequenas, com profundidades máximas de até 5cm. Geralmente é executado em locais onde o cobrimento das armaduras

está afetado, porém o interior do elemento estrutural permanece regular. Podem ser usadas argamassa convencional, argamassa farofa ou argamassa com polímeros, argamassas epoxídicas e argamassa com aditivo acelerador (RELVAS, 2004).

- Selante acrílico

Consiste em uma resina de boa aderência, fácil execução, ótima capacidade elástica e de preenchimento (SAHADE, 2005).

- Tinta acrílica

A tinta acrílica é um material capaz de acompanhar as fissuras que se movimentam em até 0,2mm, suportando dilatações e contrações sem deformar-se ou romper-se em sua película e recomenda-se para pinturas em ambientes externos (SAHADE, 2005).

- Tela de poliéster

Trata-se de um material flexível feito de poliéster, recomendada para prevenir ou sanar fissurações, sejam essas não estruturais e estabilizadas, por meio da absorção das movimentações das mesmas (MUCI, NETTO e SILVA, 2014).

- Massa acrílica

A massa acrílica é geralmente aplicada em associação com a tela de poliéster, a fim de nivelar a parede e contribuir com o preenchimento e vedação das fissuras (MUCI, NETTO e SILVA, 2014).

- Selante acrílico reforçado com fibra de vidro

Consiste em um selante a base de resinas acrílicas flexíveis e elásticas, reforçando com fibras de vidro. É recomendado para selar as fissuras e juntas não estruturais (MAGALHÃES e OLIVEIRA, 2017).

2.3.3 Técnicas de reparação

Magalhães e Oliveira (2017, p. 12) explicam que as principais técnicas usadas para reparar as fissuras utilizam: “pintura acrílica; tela de poliéster e massa acrílica; injeção de fissuras; selagem de fissuras; grampeamento de fissuras”.

2.3.3.1 Restauração com pintura acrílica

As fissurações que são pequenas e não movimentam-se de modo considerável, podem ser recuperadas por meio da abertura de um sulco em formato de V com auxílio do abre trinca, largura e profundidade de 10mm de ao longo da fissura, seguindo da limpeza, aplicando, ao longo as superfície, um fundo preparador, em seguida um selante flexível como poliuretano ou silicone, esperar um período de 24h entre as demãos, finalizar com tinta acrílica, conforme recomendado na Figura 10 (MAGALHÃES e OLIVEIRA, 2017).

Figura 10 – Uso se selante acrílico para recuperação de fissuras

SRF	Materiais Empregados	Representação Esquemática
B	<ul style="list-style-type: none"> ④ Tinta 100% Acrílica (5 a 6 demãos) ③ Selante Acrílico (2 demãos) ② Fundo Preparador de Paredes ① Abertura em “V” (1x1 cm) 	

Fonte: Sahade (2013)

2.3.3.2 Tela de poliéster e massa acrílica

A aplicação da tela de poliéster com massa acrílica proporciona uma capacidade considerável de absorção de deformações provocadas por tensões de tração e cisalhamento. O reparo pode ser feito seguindo as etapas: abertura de um vão em V; limpeza; aplicação do selante acrílica, recomenda-se duas demãos; seguida aplicação impermeabilizante acrílica, recomenda-se duas demãos; após a segunda demão, segue-se com a execução da tela de poliéster; segue-se com mais

uma camada de massa acrílica e para finalizar, mais uma aplicação da tinta acrílica, recomenda-se mais duas demãos, a Figura 11 ilustra o processo (CASOTTI, 2007).

Figura 11 - (1) abertura do local fissurado com disco de corte; (2) remoção do revestimento; (3) aplicação do selante acrílico; (4) Demãos de impermeabilizante acrílico e aplicação da tela de poliéster



Fonte: Sahade (2013)

2.3.3.3 Injeção de fissuras

A técnica de injeção das fissuras garante que as aberturas sejam perfeitamente preenchidas, não havendo a possibilidade de entrar impurezas que possam ter contato com as armaduras e causarem danos maiores a estrutura. As fissuras que superarem 0,1mm de abertura devem ser injetadas sob-baixa pressão (menor ou igual a 0,1MPa), quando as fissuras possuírem aberturas maiores que 0,3mm o preenchimento deve ser feito por gravidade (não sendo a fissura muito profunda) (SOUZA e RIPPER, 1998).

De acordo com Magalhães e Oliveira (2017) nas fissuras passivas devem ser usados materiais rígidos como grouts ou epóxi; nas fissuras passivas, apesar de não ser usual o tratamento por injeção, devem ser usados materiais mais flexíveis como resinas acrílicas ou poliuretânicas.

Para execução da injeção recomenda-se seguir as etapas:

- Abertura de furos ao longo da fissura, com diâmetro médio de até 10mm e profundidade de até 30mm, espaçadas entre 50mm e 300mm, em decorrencia da abertura da fissura, até 1,5 vezes a profundidade da mesma;
- Limpeza dos furos e fissuras;
- Fixação de tubinhos plásticos nos furos, através dos quais será injetado o produto, com diâmetro um ponto inferior ao da furação;
- Selagem com material epoxídico a fim de finalizar a injeção, visando proteger o material resinado;
- Verificar a intercomunicação entre os furos e a efetividade da selagem com uso de jatos de ar comprimido, em caso de falhas novos tubos devem ser adicionados;
- Começar a injeção, tubo por tubo, mantendo a pressão constante, começando pelos pontos mais baixos, seguir com a injeção até o material sair pelo tubo imediatamente a seguir do qual se está injetando;
- Os tubos de plásticos precisam ser mantidos pelo menos 12h após o fim da injeção, após a remoção os locais onde estavam fixadores devem ser regularizados com o próprio material usado na injeção.

2.3.3.4 Selagem de fissuras

A selagem das fissuras trata-se da vedação das mesmas com material resistente e aderente, não retrátil e elástico, garantindo a aderência das deformações da fissura. A execução da selagem pode seguir processos variáveis, a depender da intensidade da fissuração:

a) para aberturas menores que 10 mm, recomenda-se a vedação com cola epoxídica bicomponente b) para aberturas entre 10 mm e 30 mm, procede-se com a abertura do sulco em V, com 10 mm de diâmetro e 30 mm de profundidade, limpa-se o sulco, enche-se a fissura primeiramente com grout e depois sela-se a mesma com produto à base de epóxi; c) para aberturas maiores que 30 mm, realiza-se a abertura do sulco com as mesmas especificações anteriores, limpeza, inserção de um cordão poliestireno extrudado ou mangueira plástica (que terá a função de apoiar e isolar o selante quanto ao fundo da fissura no fundo da fissura), e por fim a preenchendo-se com mastique sobre este cordão e executando-se a polimerização lateral. O cordão de poliestireno e o mastique também podem ser substituídos por juntas de neoprene (MAGALHÃES e OLIVEIRA, 2017, p. 57).

2.3.1.5 Grampeamento de fissuras

O grampeamento de fissuras é realizado por meio da instalação de armadura adicional, a fim de suportar os esforços de tração que provocaram a fissuração. Esse processo é indicado para situações em que a fissuração se mantém ativa, onde o desenvolvimento ocorre em linhas isoladas e deficiências localizadas da capacidade resistente (SOUZA e RIPPER, 1998).

Essa técnica eleva a rigidez do elemento e, se a causa desencadeadora da fissuração permanecer, um novo processo de fissuração começará em regiões adjacentes à anterior. A fim de minimizar esses efeitos, é preciso atenção no processo de disposição dos grampos de modo a evitar esforços em linha, colocando-os com diferentes inclinações (SOUZA e RIPPER, 1998).

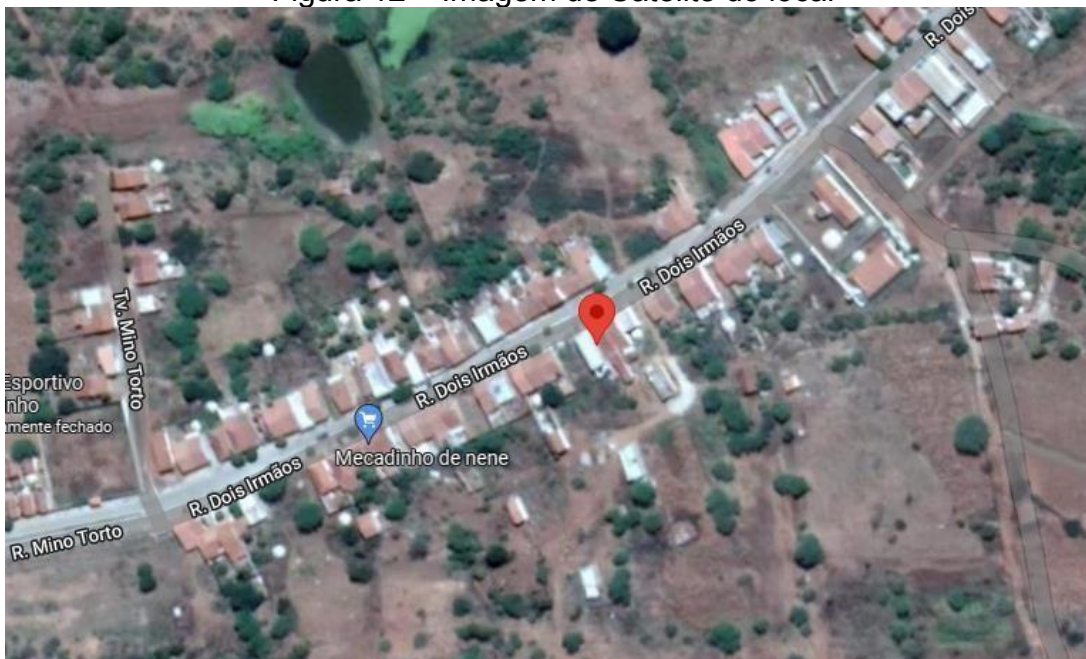
3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo aborda a metodologia de estudo adotada para desenvolver as análises das manifestações patológicas e intervenções desenvolvidas no objeto de estudo.

3.1 Objeto do estudo

Trata-se de uma residência localizada no centro da cidade de Desterro-PB (Figura 12). A residência, de médio padrão, possui garagem, sala dois quartos, uma suíte, cozinha, banheiro social, área de serviço.

Figura 12 – Imagem de Satélite do local



Fonte: Via Google (2023)

A edificação possui área de 120m² e está assente sobre terreno de 6x25m. Foi construída no ano de 2019. Foi executada com uso de alvenaria, concebida em tijolos cerâmicos furados, além de acabamento em chapisco, emboço, reboco e pintura. A Figura 13 apresenta fachada frontal da edificação.

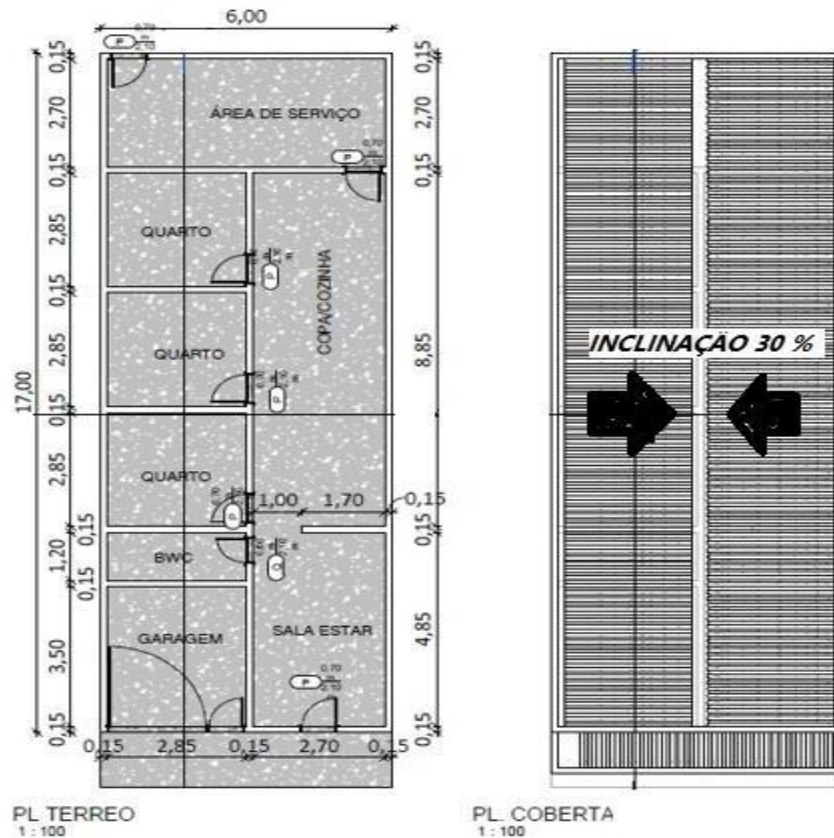
Figura 13 – Fachada frontal



Fonte: Autor (2023)

Assim, visando apresentar uma melhor compreensão da estrutura foi desenvolvida a planta baixa e da cobertura da edificação, apresentada na Figura 14.

Figura 14 – Edificação objeto de estudo



Fonte: Autor (2023)

A edificação não teve projetos para os sistemas construtivos e tampouco executada sob a supervisão de um profissional da Engenharia Civil. As estruturas de fundações são compostas por sapatas e alvenaria de embasamento em tijolos cerâmicos abaixo da baldrame.

A edificação foi construída sobre fundações com sapatas com embasamento de tijolos cerâmicos de uma vez, as paredes estão assentes sobre cintamento executado em concreto. Quanto ao sistema construtivo caracteriza-se por concreto armado com alvenaria comporta por cinta com embasamento tijolos cerâmicos, sendo o acabamento com revestimento argamassado.

As paredes junto com pilares e vigas constituem a estrutura de concreto armado com espaçamento de três metros entre os pilares de acordo com as informações do proprietário.

O terreno onde a edificação está construída apresenta um desnível, sendo a cota frontal inferior a cota dos fundos. A lateral da residência é caracterizada por acúmulo de água que pode ser considerado um solo de teor argiloso pela sua característica elevada de impermeabilidade.

Devido à existência de fissuras em paredes o proprietário informou que a edificação passou por reformas. As intervenções visaram colmatar as fissuras. Foram desenvolvidas por meio da vedação das aberturas e grampagem das paredes que apresentaram esse problema.

3.2 Materiais e equipamentos

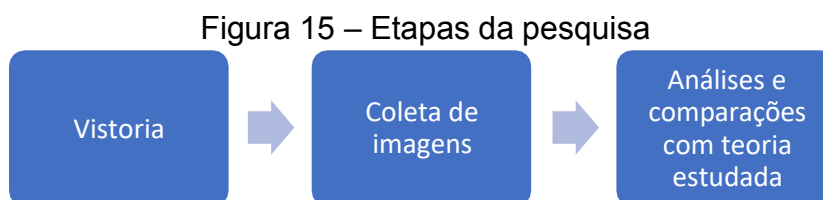
A visita técnica foi agendada em comum acordo com o proprietário, tendo duração de duas horas e meia em torno de toda a residência. Os materiais foram utilizados um celular com câmera para registro fotográfico, lápis para noção de espessura de fissuras e fissurômetro e as bibliografias.

3.3 Metodologia de pesquisa

Visando realizar uma inspeção coerente com as recomendações técnicas, baseou-se na NBR 16747 (ABNT, 2020), para a situação em estudo:

- a) Inspeção de áreas de uso da residência, acompanhada por moradores, convenientes divididas: Áreas de uso comum (garagem, corredores, salas); Fachadas; Piso; Paredes.
- b) Análise de manifestações patológicas e não-conformidades encontradas em inspeção, classificadas as em anomalias ou falhas, listando de acordo com as possíveis causas;

Dessa forma, apropriou-se de tal método, com a vistoria nas etapas: vistoria; coleta de imagens; análises e comparações com teoria estudada, conforme fluxograma apresentado na Figura 15.



Fonte: Autor (2023)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão apresentadas algumas as não-conformidades inspecionadas na residência, classificada por sua provável origem. Serão apresentados dois tipos de ocorrências de anomalias e falhas: sendo devido ao recalque diferencial da fundação, processos construtivos ineficientes. cada qual será avaliado e terá uma sugestão técnica de recuperação designada.

4.1 Características originais da edificação

Conforme proprietário a edificação passou por reforma a fim de melhorar a estética da fachada e sanar o desenvolvimento das fissuras, sendo executada uma técnica de grampagem em algumas rachaduras.

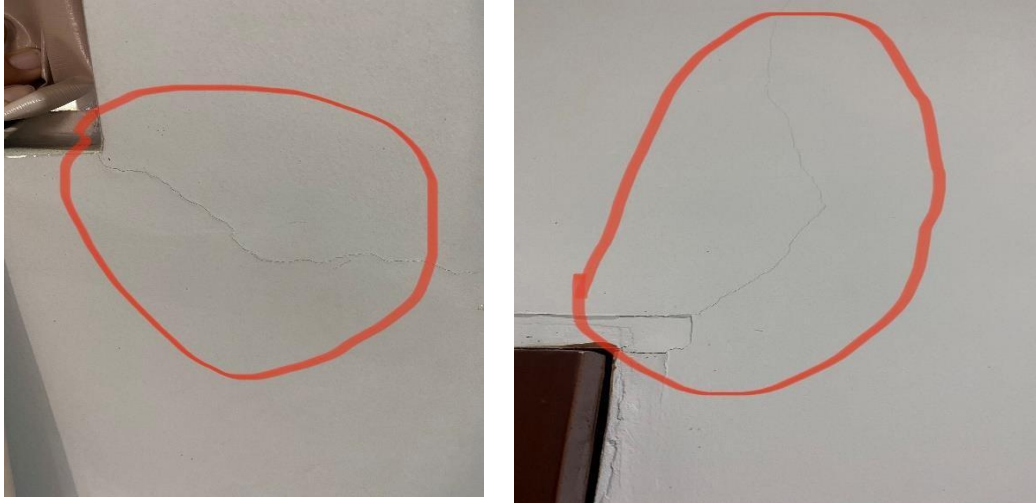
4.2 Identificação e caracterização das manifestações patológicas

Durante vistoria na edificação, constatou-se que a mesma apresenta um processo de fissuração, que tiveram origem em fase construtiva sem projeto e sem uma pessoa qualificada tecnicamente para execução da residência. Algumas aparecem logo nas idades iniciais da residência.

4.2.1 Das esquadrias

No interior da residência constatou-se fissuras nas regiões das portas ou janelas (Figura 15).

Figura 15 – Fissuras porta e janela



Fonte: Autor (2023)

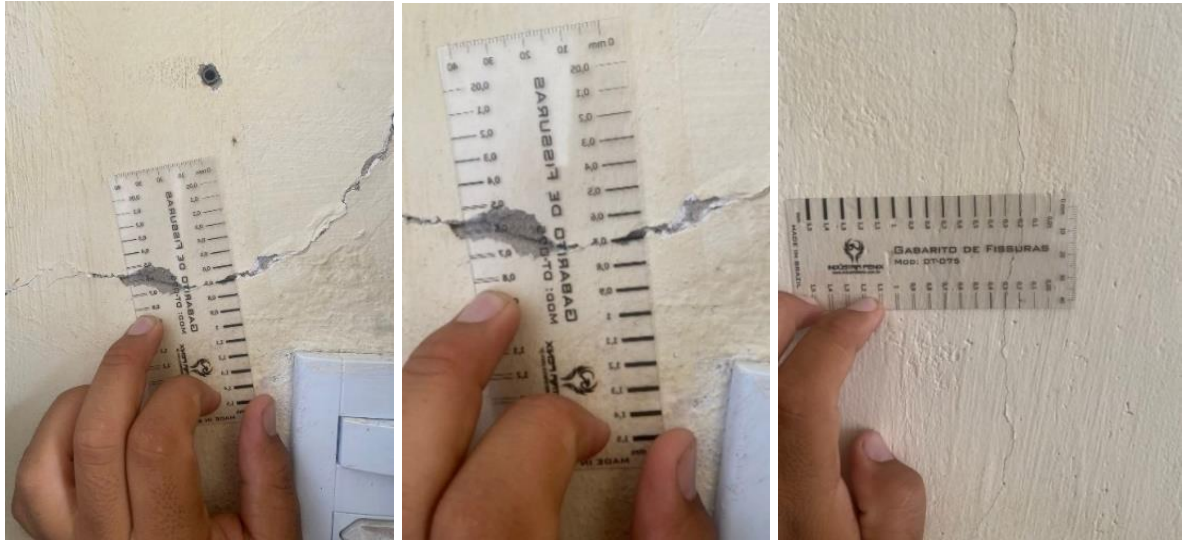
Conforme Figura 15, nota-se fissuras nos vértices das aberturas devido a concentração de cargas causadas pela ausência ou má execução de vergas e contra vergas, erro cometido na fase de construção da edificação.

A fim de sanar a problemática, como medida profilaxia recomenda-se a execução de vergas e contra vergas em todas as aberturas da edificação, a fim de garantir a absorção dos esforços, assim o processo de fissuração tende a cessar.

4.2.2 Das alvenarias internas

As alvenarias da edificação foram analisadas e, ao longo delas, foram identificadas diversas fissuras, visando caracterizá-las corretamente, foi realizada medição das mesmas (Figura 16).

Figura 16 – Fissuras nas alvenarias



Fonte: Autor (2023)

Nota-se que as aberturas apresentadas na Figura 16 possuem entre 0,2 e 0,7mm de espessura, caracterizando-se como fissuras e estão localizadas na cozinha.

Analisando as fissuras, nota-se que as mesmas se situam na metade da altura da parede e desenvolveram-se horizontalmente. Como se tratam de paredes internas, descartou-se a possibilidade de movimentação térmica e não há sinais de umidade que indiquem movimentação higroscópica e também descarta o recalque pela localização da cozinha ser na parte do terreno rochoso. Além disso, as mesmas acompanham as juntas de assentamento entre as fiadas de blocos. Assim, a possível causa pode ser a retração da argamassa de assentamento, que pode ter sido causada por erro de execução, por uma espessura superior ou ainda por dosagem inadequada. Recomenda-se então, para esse caso a restauração com pintura acrílica.

4.2.3 Das alvenarias externas

Na parte externa edificação foram identificadas fissuras provocadas por movimentações higroscópicas, uma vez que existiam manchas de umidade no reboco da parede, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17 – Fissuras de retração térmica



Fonte: Autor (2023)

Para essa situação recomenda-se realizar a limpeza por meio do método abrasivo, com auxílio de espátula ou disco de corte, a fim de remover completamente a área afetada pela infiltração, até atingir uma camada firme, em seguida recomenda-se a restauração por meio da execução de um novo reboco seguido de pintura com tinta acrílica, usando ainda um selante à base de dispersão aquosa de resina acrílica.

Na parte externa da edificação, em uma das alvenarias existiam fissuras que, segundo o proprietário, possuíam aberturas de tamanhos consideráveis. Assim, com intuito de saná-las, o mesmo executou a técnica de grampeamento, conforme mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Recuperação de Grampagem



Fonte: Autor (2023)

Porém, constatou-se que essa técnica foi executada de modo incorreto, uma vez que novas e pequenas fissuras vêm se desenvolvendo sobre a argamassa aplicada. Foi identificado que a execução não foi feita de forma normativa pois não tem padrão de distância entre os grampos. Assim, recomenda-se que a técnica de grampeamento seja refeita ao longo de toda a região afetada.

5. CONCLUSÕES

Essa pesquisa visou identificar e analisar as principais causas de formação de fissuras e correlata as principais técnicas para tratamento das mesmas em uma edificação residencial. Assim, os objetivos foram alcançados pois foram identificadas as fissuras existentes na edificação; foram identificadas as possíveis causas dessas fissuras e; foram propostas medidas corretivas para tratar as fissuras.

Notou-se ausência de execução de vergas e contra vergas, retração da argamassa de assentamento e movimentações higroscópicas. Assim, constatou-se então que o processo de fissuração identificado nessa edificação foi causado pela ausência de projetos e erros na fase de execução. Sem qualquer recomendação técnica ou normativa a edificação foi construída com base em conhecimentos baseados em um conhecimento empírico.

É importante destacar ainda que a edificação foi construída sem a realização de estudo de solo, assim as fundações foram executadas sob total desconhecimento das características do solo em que essa está instalada.

Sendo assim calculada o valor da residência com auxílio da plataforma CUB (custo unitário básico de construção) a mesma está avaliada em aproximadamente 204 mil reais, sendo vantajoso sua reparação.

REFERENCIAS

ABNT. **NBR 16747 - Inspeção predial — Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento.** Rio de Janeiro. 2020.

ABNT. **NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2014.

ALMEIDA, M. C. F.; LIMA, W. S. Eficiência das normas brasileiras atuais e proposta no controle da fissuração em vigas de concreto armado. **Revista Engenharia: Estudo e Pesquisa**, v.4, n.2, p.61-69, 2001.

ANDRADE, B. S. O. **Concreto armado: um estudo sobre o processo histórico, características, durabilidade, proteção e recuperação de suas estruturas.** Monografia (Especialista em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais. Rio de Janeiro. 2016.

ANGELO, A. M. V. **Análise das patologias das estruturas de concreto armado do estádio Magalhães Pinto - Mineirão.** 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

ARRIVABENE, A. C. **Patologias em estruturas de concreto armado: estudo de caso.** Artigo (MBA Gerenciamento de Obras, Tecnologia e Qualidade da Construção). Instituto de Pós-Graduação – IPOG. Vitória, ES. 2015.

BARBOSA, J. A. L. **Análise de patologias geradas na interface estrutura pré-moldada e estrutura convencional: estudo de caso.** Monografia (Graduação). Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2014.

BIANCHINI, M.; et al. **Fissuras em aristas de vigas nas primeiras idades do concreto.** In: Congresso Brasileiro do Concreto. 50°. 2008.

CÁNOVAS, M. F. **Patologia e Terapia do Concreto Armado.** Tradução de M. C. Marcondes; C. W. F. dos Santos; B. Cannabrava. 1ª ed. São Paulo: Ed. Pini, 1988.

CASOTTI, D. E. **Causas e Recuperação de Fissuras em Alvenaria.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade de São Francisco, USF, Itatiba, 2007.

CORSINI, R. **Trinca ou fissura?** São Paulo: Técnica. 160, p., jul. de 2010. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>. Acesso em: 10 abr. 2023.

CUNHA, D. J. E. **Análise de fissuração em vigas de concreto armado.** Fortaleza, 2011.

FILHO, A. C.; CARMONA, T. G. **Fissuração nas estruturas de concreto**. ALCONPAT Internacional Boletín Técnico Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. 2013.

FRANÇA, A. A. V. et al. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil**. Artigo Techne. Edição 174 - Setembro/2011.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2015.

GUPTA, S.; PANG, S. D.; KUA, H. W. **Autonomous healing in concrete by bio-based healing agentes – A review**. *Construction and Building Materials*, v. 146, n. August, p. 419–428, 2017.

HEINEN, M. **Recuperação de estruturas de concreto: análise de manifestações patológicas na ponte giuseppe Garibaldi**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2018.

HELENE, P. ANDRADE, T. **Concreto de cimento Portland:materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: Ibracon, 2007. V2, Cap. 27, p. 905 -944.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2a ed - São Paulo: PINI, 1992.

IANTRAS, L. C. **Estudo de caso: análise de patologias estruturais em edificação de gestão pública**. Monografia (Especialista em Construção de Obras Públicas no Curso). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

LEAL, U. **Quando as fissuras em paredes preocupam**. *Téchne*, São Paulo, 70, Jan. 2003. Disponível em: <http://techne.kubbix.com/engenharia-civil/70/artigo287252-1.aspx>. Acesso em: 10 abr. 2023.

LOTTERMANN, A. Fo. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso**. Monografia (Graduação). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, RS. 2013.

MAGALHÃES, L. F.; OLIVEIRA, C. A. M. **Análise e reparação de fissuras em estruturas de concreto armado e alvenaria**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Instituto Tecnológico de Caratinga da DOCTUM Caratinga. Caratinga. 2017.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, C.; SCHNAID, F. **Patologia das fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

MOLIN, D. C. C. V; COUTINHO, D. C. **Fissuras em estruturas de concreto armado: Análise das manifestações típicas e levantamento de caso ocorridono estado do Rio Grande do Sul**. Lume Repositório digital. Rio Grande do Sul. 1988.

- MUCI, D. W. S.; NETTO, J. R. B.; SILVA, R. A. **Sistemas de recuperação de fissuras da interface alvenaria de vedação estrutura de concreto: comparativo entre os processos executivos e análise de custo.** Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2014.
- PACHECO, F. **Análise da confiabilidade dos mecanismos de autorregeneração do concreto em ambientes agressivos de exposição.** Tese (Doutor em Engenharia Civil). Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. São Leopoldo. 2018.
- PIANCASTELLI, É. M. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de Concreto armado.** Ed. Departamento de Estruturas da EEUFMG – 2014.
- RELVAS, F. J. **Curso de estruturas de concreto: projeto, execução e reparo.** Reforço de peças de concreto armado, com chapas de aço. Apostila. Dezembro 2004.
- RIBEIRO, L. B.; et, al. **Estudo de caso: análise das manifestações patológicas e metodologias de intervenções empregadas na recuperação do estádio Governador Magalhães Pinto.** Revista CONSTRUINDO, Belo Horizonte. Volume 9, número 02, p. 47 – 56, Jul – dez., 2017.
- SAHADE, R.F. **Avaliação de sistemas de Recuperação de Fissuras em Alvenaria de Vedação.** Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT, 2010.
- SAMPAIO, M. B. **Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- SANTOS, C. F. dos. **Patologia de estruturas de concreto armado.** Monografia (Graduação). Universidade Federal De Santa Maria. Santa Maria, RS. 2014.
- SCHIERLOH, M. I.; ORTEGA, N. F.; SEÑAS, L. **Estudio Experimental de La Fissuración por Corrosion de Armaduras em Vigas com diferentes Hormigones en Anais do CONPAT- 2005 no Paraguay.**
- SILVA, I. M. M.; SANTOS, G. D. M. **Levantamento e análise de fissuras em elementos estruturais de concreto armado em edificações no município de Serra – ES.** Artigo (Bacharel em Engenharia Civil). Faculdade Capixaba da Serra – Multivix. 2018.
- SILVA, L. B. **Patologias em alvenaria estrutural: causas e diagnóstico.** Monografia (Graduação). 76 fl. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2013.
- SILVA, M. T. A. et al. **Avaliação do ensaio de ultrassom para a estimação da profundidade de fissuras em concreto.** Revista de la Asociación Latinoamericana

de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. Revista ALCONPAT, Volume 9, Número 1 (janeiro – abril 2019): 79 – 92.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** Monografia (Especialista em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** 5ª Edição. Editora Pini. São Paulo, 2009.

SOUZA, V. C. de; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: PINI, 1998.

STAPELBROCK, G.; VENTURINI, P.; GEYER, A. **Avaliação da Ocorrência de Fissuras Externas no Silo da CESA/ Passo Fundo.** Anais... do CONPAT – 1999, Uruguay, p. 1133.

SUMENSSE, K. C. A.; SANDERS, C. **Patologias de fundações.** Monografia (Técnico em Edificações). Instituto Federal Do Paraná. Foz do Iguaçu. 2016.

TAUIL, C. A. **Patologia das Construções: Alvenarias.** IV SEASC: Semana de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de São Carlos, 2010.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: Pini, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989.

VALLE, J. B. de S. **Patologia das alvenarias: causa / diagnóstico / previsibilidade.** Monografia (Especialização em Tecnologia da Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008.

VELOSO, H. **Fissuras em edificações.** Disponível em: <https://blogdopetcivil.com/2014/04/23/fissuras-em-edificacoes/>. Postado em 23 abr. 2014. Acesso em: 10 abr. 2023.

VIEIRA, T. L. **Fissuras em concreto: estudos de caso em Florianópolis.** Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2017.

VITÓRIO, A. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia.** Instituto Pernambucano De Avaliação E Pericia De Engenharia. Recife, 2003.