

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
*CAMPUS CAJAZEIRAS*

ANA MARIA DO CARMO LOURENÇO

**ANÁLISE DE FISSURAS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO DA CIDADE DE  
JOCA CLAUDINO-PB: ESTUDO DE CASO**

Cajazeiras-PB  
2022

ANA MARIA DO CARRMO LOURENÇO

**ANÁLISE DE FISSURAS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO DA CIDADE DE  
JOCA CLAUDINO-PB: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientação do Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva.

Cajazeiras-PB  
2022

IFPB / Campus Cajazeiras  
Coordenação de Biblioteca Biblioteca  
Prof. Ribamar da Silva  
Catalogação na fonte: Suellen Conceição Ribeiro CRB-2218

L892a Lourenço, Ana Maria do Carmo

Análise de fissuras em uma instituição de ensino da cidade de Joca Claudino-PB: estudo de caso/Ana Maria do Carmo Lourenço. – Cajazeiras/PB: IFPB, 2022.

85f.:il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, Campus Cajazeiras. Cajazeiras, 2022.

Orientador (a): Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva.

1. Fissuras 2. Instituição de Ensino 3. Joca Claudino-PB.

I. Lourenço, Ana Maria do Carmo. II. Título

CDU: 624 L892a

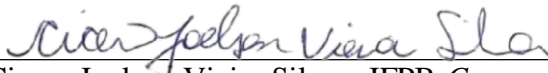
ANA MARIA DO CARMO LOURENÇO

**ANÁLISE DE FISSURAS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO DA CIDADE DE  
JOCA CLAUDINO-PB: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em  
Engenharia Civil do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,  
*Campus* Cajazeiras, como parte dos  
requisitos para a obtenção do Título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

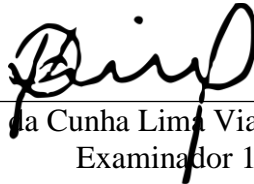
Aprovado em 22 de março de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**



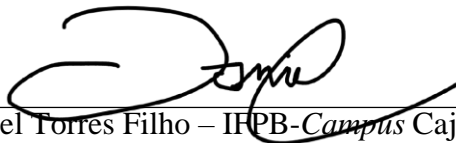
---

Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Orientador



---

Prof<sup>a</sup>. Me. Karla Simone da Cunha Lima Viana – IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Examinador 1



---

Prof. Esp. Daniel Torres Filho – IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Examinador 2

Dedico este trabalho em especial à minha mãe,  
meu marido e filho, pelo apoio em todos os  
momentos difíceis.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me erguer em momentos difíceis e ter me guiado pelo bom caminho durante toda a minha vida.

À minha mãe que se esforçou muito para que eu pudesse ir longe com os estudos, por seu amor imenso e toda sua dedicação com seus filhos.

Ao meu marido, por todo seu amor, paciência, companheirismo e por acreditar em mim em todos os momentos. Assim como todo cuidado e dedicação com nosso filho na minha ausência.

Aos meus irmãos Ana Raquel, Rafael e Maria de Fátima que sempre me deram suporte quando precisei.

Ao meu orientador Cicero Joelson Vieira Silva, pelo seu tempo dedicado, paciência e conhecimento compartilhado.

Ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB), *Campus* Cajazeiras pela oportunidade de realização de trabalhos na área de pesquisa.

Aos colegas do IFPB pelo seu auxílio nas tarefas desenvolvidas durante o curso, em especial, Crislayne, Daniele Ferreira, Gilliardy, Hélyda, Raquel e Simone, por todo o apoio durante o curso e por tudo que ainda contribuirão na minha vida.

## RESUMO

O desenvolvimento tecnológico na construção civil e a demanda crescente de novas edificações no mercado, incitou as construtoras e os profissionais da área da engenharia civil a construir em menos tempo e por várias vezes com a mão de obra não qualificada, trazendo benefícios como a rapidez na entrega da obra e com menor custo possível, contudo acarretando também malefícios pela ausência de estudos dos solos, qualidade dos materiais, falhas no processo de execução e construtivo, que ocasionarão consequências futuras, como a ocorrência de manifestações patológicas, principalmente o surgimento de fissuras. Diante disso, para o presente trabalho classificado como estudo de caso, foi escolhida uma Instituição de Ensino público no Município de Joca Claudino-PB, para análise da ocorrência de fissuras, com o objetivo de identificá-las, caracterizá-las, descobrir sua provável causa e propor uma conduta para a reparação da edificação. Para o desenvolvimento desse estudo foi realizada vistoria na instituição, com registros fotográficos das fissuras presentes, sendo realizado ainda o ensaio de caracterização com selo de gesso, as fissuras encontradas e suas respectivas evoluções eram mensuradas através do fissurômetro. Com a análise minuciosa da edificação, foi observado que dentre 62 aberturas, o sistema construtivo de maior quantidade de ocorrência de fissuras são as alvenarias com 50% do total e com menor incidência na fachada com apenas 8%. Como resultado, encontrou-se origens, causas e tratamento para diversos tipos de aberturas encontradas na edificação, constatando-se que a maior ocorrência delas se deu devido ao recalque diferencial. A presente pesquisa indicou que, de acordo com o conhecimento das origens e causas é possível realizar a terapia adequada para reestabelecer o funcionamento eficiente da construção, assim como é de suma importância a qualidade na execução de uma construção desde as etapas dos projetos até a manutenção.

**Palavras-chave:** manifestações patológicas; construção civil; fissuras; instituição de ensino.

## ABSTRACT

The technological development in the civil construction and the increasing demand of new buildings in the market, incited the construction companies and the professionals of the civil engineering area to build in less time and, many times, with a non-qualified workforce, bringing benefits such as the quick delivery of the work and with the lowest possible cost, however, also causing damages due to the absence of soil studies, materials quality, flaws in the execution and construction process, which will cause future consequences, such as the occurrence of pathological manifestations, especially the appearance of cracks. Therefore, for the present work, classified as a case study, it was chosen a public Education Institution in the City of Joca Claudino-PB, to analyze the occurrence of cracks, aiming to identify them, characterize them, find out their probable cause and propose a conduct to repair the building. For the development of this study, it was accomplished inspections in the institution, with photographic registers of the present cracks, being also accomplished the characterization test with plaster seal, the found cracks and their respective evolutions were measured through the fissurometer. With the detailed analysis of the building, it was observed that among 62 openings, the building system with the highest amount of occurrence of cracks is masonry, with 50% of the total, and with a lower incidence on the façade, with only 8%. As a result, origins, causes and treatment were found for several types of openings found in the building, and it was found that most of them were due to differential settlement. This research indicated that, according to knowledge of the origins and causes, it is possible to carry out the appropriate therapy to reestablish the efficient operation of the building, just as it is of utmost importance to have quality in the execution of a construction from the design stages to maintenance.

**Keywords:** pathological manifestations; civil construction; fissures; educational institution.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Origem dos problemas patológicos com relação as etapas de produção e uso das obras civis.....	20
Figura 2 - Origem dos problemas patológicos com relação as etapas de produção e uso das obras civis.....	22
Figura 3 - Esboço das etapas de um diagnóstico nas estruturas com manifestações patológicas. ....	25
Figura 4 - Desempenho ao longo do tempo.....	27
Figura 5 - Fissuras com características inclinadas e mapeadas. ....	29
Figura 6 - Trinca em parede .....	30
Figura 7 - Rachadura no canto superior de porta.....	30
Figura 8 - Fenda causada por sobrecarga do telhado.....	31
Figura 9 - Brecha causada pela expansão da raiz da árvore .....	31
Figura 10 - Classificação das fissuras.....	32
Figura 11 - Fissuras mapeadas.....	32
Figura 12 - Fissura geométrica .....	33
Figura 13 - Fissura progressiva possivelmente causada por recalque diferencial da fundação. ....	33
Figura 14 - Fissura ocasionada por movimentação térmica da laje de cobertura.....	34
Figura 15 - Fissura de cisalhamento provocada pela variação térmica da laje de cobertura....	35
Figura 16 - Deslocamento do revestimento do piso, sob ação de sua dilatação térmica ou da contração térmica.....	35
Figura 17 - Trinca vertical causada por movimentações higroscópicas.....	36
Figura 18 - Fissuras horizontais na alvenaria provenientes da expansão da alvenaria.....	36
Figura 19 - Expansão de tijolos por absorção de umidade provocada pelo fissuramento vertical na alvenaria.....	36
Figura 20 - Fissuração típica de abertura em parede solicitada por carga vertical.....	37
Figura 21 - Fissuras horizontais provenientes de sobrecargas.....	37
Figura 22 - Fissuras em paredes com abertura sob atuação de sobrecargas.....	38
Figura 23 - Fatores que causam recalques diferenciais em fundações. ....	39
Figura 24 - Fissuras horizontais no revestimento provocadas pela expansão da argamassa de assentamento.....	43

Figura 25 - Fissuras horizontais por expansão da argamassa causada por reações químicas.....	44
Figura 26 - Fissurômetro. ....	45
Figura 27 - Formas de instrumentação para controle da abertura de fissuras. ....	45
Figura 28 - Mapa de Joca Claudino-PB.....	49
Figura 29 - Medição da abertura das fissuras com o fissurômetro.....	52
Figura 30 - Ensaio do selo de gesso. ....	52
Figura 31 - Croqui de localização das aberturas.....	55
Figura 32 - Fenda vertical sob os vãos de abertura .....	56
Figura 33 - Rachadura vertical sob os vãos de abertura .....	56
Figura 34 - Rachadura vertical sob os vãos de abertura .....	57
Figura 35 - Reparo com uso da tela poliéster .....	58
Figura 36 - Rachadura vertical sob os vãos de abertura .....	58
Figura 37 - Rachadura vertical sob os vãos de abertura .....	59
Figura 38 - Rachadura vertical sob os vãos de abertura .....	59
Figura 39 - Fissuras inclinadas no canto superior e inferior das esquadrias. ....	60
Figura 40 - Trincas inclinadas no canto superior e inferior das esquadrias.....	60
Figura 41 - Fenômeno de abaulamento encontrado no piso em frente aos laboratórios. ....	61
Figura 42 - Fenômeno de abaulamento encontrado no piso próximo a sinalização de incêndio. ....	62
Figura 43 - Fenômeno de abaulamento evidente na área de circulação .....	62
Figura 44 - Aberturas entre piso e solo.....	63
Figura 45 - Aberturas entre piso e solo no pilar. ....	63
Figura 46 - Aberturas entre piso e parede.....	64
Figura 47 - Trincas observadas próximo a juntas de dilatação do piso granilite.....	65
Figura 48 - Trincas observadas próximo a juntas de dilatação do piso granilite.....	65
Figura 49 - Trincas observadas próximo a juntas de dilatação do piso granilite.....	66
Figura 50 - Trincas observadas próximo a juntas de dilatação do piso granilite.....	67
Figura 51 - Rachaduras com rompimento da resina epóxi. ....	67
Figura 52 - Rachaduras com rompimento da resina epóxi. ....	68
Figura 53 - Rachadura transversal na alvenaria .....	68
Figura 54 - Trinca transversal na alvenaria.....	69
Figura 55 - Rachadura transversal na alvenaria .....	69

Figura 56 - Reforço de alvenaria portante com tirante de aço.....	70
Figura 57 - Reforço de alvenaria com tirante de aço.....	71
Figura 58 - Rachadura horizontal próximo ao teto no laboratório. ....	71
Figura 59 - Rachadura horizontal próximo ao teto.....	72
Figura 60 - Reforço com tela metálica .....	72
Figura 61 - Aberturas disseminadas em várias direções.....	73
Figura 62 - Aberturas disseminadas em várias direções.....	74
Figura 63 - Medição das aberturas com o fissurômetro em dois momentos. ....	75
Figura 64 - Ensaio do selo de gesso. ....	77
Figura 65 - Ensaio do selo de gesso. ....	77

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Lista de perguntas para fase da anamnese.....	23
Quadro 2 - Detalhamento de fissura, trinca, rachadura, fenda e brecha.....	29
Quadro 3 - Resumo das configurações típicas de fissuras devido ao recalque diferencial. ....	40

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	ESTRUTURA DA PESQUISA.....	16
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
3.1	PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	19
3.1.1	Conceito.....	19
3.1.2	Origem.....	20
3.1.3	Causa .....	21
3.2	INSPEÇÃO, DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL ....	23
3.2.1	Anamnese .....	23
3.2.2	Diagnóstico.....	24
3.2.3	Prognóstico.....	25
3.3	DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DAS CONSTRUÇÕES.....	26
3.4	FISSURAS PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	27
3.4.1	Conceito.....	27
3.4.1.1	<i>Fissuras</i> .....	29
3.4.1.2	<i>Trincas</i> .....	29
3.4.1.3	<i>Rachaduras</i> .....	30
3.4.1.4	<i>Fenda</i> .....	31
3.4.1.5	<i>Brecha</i> .....	31
3.4.2	Classificação.....	32
3.4.2.1	<i>Quanto à sua forma</i> .....	32
3.4.2.2	<i>Quanto à sua atividade</i> .....	33
3.4.3	Causas.....	34

3.4.3.1	<i>Movimentações térmicas</i> .....	34
3.4.3.2	<i>Movimentações higroscópicas</i> .....	35
3.4.3.3	<i>Atuação de sobrecargas</i> .....	37
3.4.3.4	<i>Recalque de fundações</i> .....	38
3.4.3.5	<i>Alterações químicas</i> .....	43
3.4.4	<i>Ensaio de caracterização</i> .....	44
3.4.5	Conduta a ser seguida.....	46
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>48</b>
4.1	ESTUDO DE CASO .....	49
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	49
4.3	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO .....	50
4.4	VISTORIA NA INSTITUIÇÃO .....	50
4.4.1	Primeiro momento .....	50
4.4.2	Segundo momento .....	51
4.5	ELABORAÇÃO DO CROQUI.....	51
4.6	ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO.....	51
4.6.1	Fissurômetro .....	51
4.6.2	Selo de gesso .....	52
4.7	ANÁLISE E TABULAÇÃO DE DADOS.....	53
4.8	TERAPIA .....	53
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISES</b> .....	<b>54</b>
5.1	ABERTURAS OBSERVADAS.....	55
5.1.1	Aberturas próximo as esquadrias .....	55
5.1.1.1	<i>Aberturas verticais</i> .....	56
5.1.1.2	<i>Aberturas inclinadas</i> .....	59
5.1.2	Aberturas observadas nos pisos.....	61
5.1.3	Aberturas na alvenaria.....	68

5.1.3.1	<i>Aberturas transversais e inclinadas</i> .....	68
5.1.3.2	<i>Aberturas horizontais</i> .....	71
5.1.3.3	<i>Aberturas mapeadas ou disseminadas</i> .....	73
5.1.3.4	<i>Aberturas na fachada</i> .....	74
5.2	CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE DE ATIVIDADES DAS FISSURAS .....	75
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>79</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>81</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil relaciona um grupo de atividades que têm grande importância e influência para o desenvolvimento econômico e social brasileiro. Esse setor apresenta uma forte relação com outros setores industriais, na medida em que demanda vários insumos em seu processo produtivo absorvendo parcela significativa da mão de obra com menor qualificação (MONTEIRO FILHA; COSTA; ROCHA, 2010).

Existem diversas maneiras e processos construtivos para execução de uma edificação no ramo da engenharia civil. No Brasil, Pereira (2018) afirma que o método mais comum é a alvenaria convencional, porém o surgimento de diversos sistemas de construções mais tecnológicos está sendo aos poucos implantados nesse meio.

É de suma importância na construção civil toda atenção aos processos construtivos. Tendo por base fatores importantes como: estudo do solo, elaboração de projetos, acompanhamento do engenheiro na obra, fiscalização da mão-de-obra e dos materiais que serão utilizados na construção (HELENE, 2003). São estes fatores que garantem qualidade e eficiência na obra, tornando-a ideal para o seu funcionamento.

Segundo Pina (2013) embora tenha várias tecnologias já desenvolvidas para prevenção das patologias das construções, ainda assim é possível perceber que na construção civil ocorrem esses problemas, principalmente em edifícios recém-construídos.

A patologia das construções vem sendo abordada frequentemente nos tempos atuais, a fim de obter mais conhecimento sobre o assunto e possivelmente desvendar as causas. Temos então por definição, que o termo patologia das construções é a área da engenharia responsável por investigar as manifestações patológicas possíveis que ocorrem em uma construção (CAPORRINO, 2018).

De acordo com Helene (2003), os sintomas mais comuns são as fissuras, trincas ou rachaduras representando o total de 21% na distribuição relativa da incidência das manifestações patológicas, onde atualmente esse fenômeno tem crescido abundantemente em diversos países, permanecendo atrás apenas das manchas superficiais com 22%.

Perante a situação do Brasil, onde no ano de 2012 a 2016 houve um investimento de R\$ 556,7 bilhões em obras e/ou serviços de construção pela Administração e no decorrer dos anos só multiplica esse valor, é perceptível que com seu desenvolvimento urbano também pode-se observar o seu progresso e evolução acerca da grande quantidade de obras públicas executadas, em destaque instituições de ensino. Contudo, um ponto a ser analisado é a qualidade



destas obras que por vezes têm uma certa dificuldade de fiscalização e acabam gerando vários problemas no futuro (CORRÊA; SHIH, 2019).

Todo brasileiro deve ter, por direito constitucional, acesso à educação de qualidade, portanto cabe aos governantes oferecer escolas em um bom estado, para assim os estudantes terem um melhor desempenho, o que por diversas vezes acaba não acontecendo. Muitas dessas instituições acabam sofrendo com a presença de manifestações patológicas, causando transtorno na qualidade de ensino dos alunos.

Levando em consideração que ultimamente vem ocorrendo um crescente caso de manifestações patológicas, assim como o surgimento de fissuras em edificações públicas que foram recentemente construídas ou tiveram algum reparo, encaminhando para uma preocupação da qualidade da obra, este trabalho visa analisar e quantificar as fissuras desenvolvidas no edifício em uma unidade escolar, tendo como importância para a sociedade gerar dados e identificar como esses problemas surgiram. Afim de buscar possíveis relações entre as patologias encontradas e com as suas causas, contribuindo na identificação e prevenção das mesmas.

## 1.1 ESTRUTURA DA PESQUISA

Este trabalho de conclusão de curso divide-se em 6 capítulos. O capítulo 1 apresenta a introdução, onde contextualiza o problema citado e expõe a justificativa para a realização da pesquisa, assim como sua estruturação.

O capítulo 2 traz o objetivo geral que resume a ideia central do trabalho e os objetivos específicos que apresentam os resultados ao qual pretende-se alcançar sendo necessário para o desenvolvimento desta pesquisa.

A revisão bibliográfica se encontra no capítulo 3, onde são abordados alguns temas sobre patologias na construção civil, tendo como base as definições que estão relacionadas diretamente a esses problemas, seguido pela explanação de inspeção, diagnóstico e prognóstico sobre as manifestações patológicas na construção civil. Neste capítulo traz ainda acerca da vida útil e durabilidade das construções e o tópico seguinte aborda a definição e caracterização das fissuras encontradas nas edificações que se trata do objeto de estudo deste trabalho.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa é abordada no capítulo 4, na qual descreve o edifício de ensino público investigado, sua localização geográfica, assim como os métodos e ferramentas utilizados para obtenção dos objetivos propostos.

A análise dos dados coletados é explanada no quinto capítulo através da organização do

quantitativo de fissuras catalogadas no edifício, separados por ambientação e caracterizadas como mencionado na revisão bibliográfica gerando um diagnóstico dos problemas encontrados afim de criar hipóteses de intervenção que comprove a gravidade das manifestações patológicas, centrada nas fissuras.

Enquanto o capítulo 6 apresenta a conclusão do tema proposto, apresentando as considerações finais quanto a apresentação e análise dos resultados e sugestão para trabalhos futuros.

## **2 OBJETIVOS**

Neste capítulo delinea-se o objetivo geral e os objetivos específicos necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar as fissuras de uma instituição de ensino da cidade de Joca Claudino-PB, com o intuito de explicar suas prováveis causas, propondo soluções preventivas e /ou corretivas para tais problemas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para que o objetivo geral seja atendido, os seguintes objetivos específicos foram listados:

- realizar vistorias rotineiras na instituição de ensino;
- caracterizar as fissuras encontradas;
- analisar as aberturas e classificá-las;
- identificar as possíveis causas;
- propor soluções para tais problemas patológicos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

O conteúdo apresentado neste capítulo servirá como base para compreensão sobre o assunto abordado neste trabalho, exibindo conceitos importantes e fundamentais sobre o tema.

#### 3.1 PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Entender os aspectos teóricos relacionados a patologia, permite a compreensão acerca das diversas relações existentes diante dos aspectos como as causas e consequências das manifestações patológicas na construção civil.

##### 3.1.1 Conceito

A patologia das construções tem como objetivo estudar os problemas incidentes na construção civil, seja nos materiais construtivos, nos elementos, componentes ou em toda edificação, buscando diagnosticar o surgimento e compreender as formas de manifestações. Por fim, deixar evidente que uma fissura, por exemplo, não pode ser referida como uma patologia, sendo correto afirmar que é uma manifestação patológica (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Perante o exposto, entende-se como patologia a área da engenharia civil que estuda e analisa problemas relacionados a edificação, podendo obter os sintomas, causas e origens desses problemas, seja na parte construtiva ou durante a sua vida útil, que pode vir a prejudicar sua funcionalidade.

Sena, Nascimento e Nabut Neto (2020) afirmam ainda a distinção entre o termo patologia, sendo o ramo que estuda as causas e consequências dos problemas construtivos, enquanto que o termo manifestações patológicas como sendo as degradações detectadas na edificação a serem estudadas e analisadas para possíveis tratamentos.

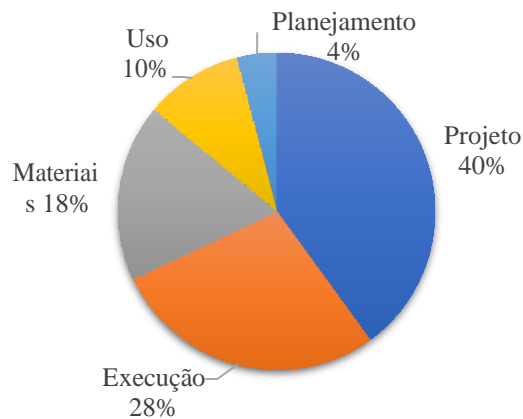
Dessa maneira, o conhecimento das patologias se torna muito importante nas construções civis, visto que está relacionado principalmente com a qualidade dos processos construtivos. Logo, faz-se necessário fazer um estudo detalhado das origens para melhor entendimento e evitar o surgimento de manifestações patológicas (NAZARIO; ZANCAN, 2011).

### 3.1.2 Origem

A execução de obras apresenta diversas etapas que precisam ser seguidas corretamente, do contrário pode ocorrer diversas falhas. Dentre essas falhas estão as patologias que podem ter origem no começo da construção, ao ser finalizada ou até mesmo depois de anos da edificação pronta.

De acordo com Zuchetti (2015), o maior índice de manifestações patológicas tem origem na etapa de projeto e execução, sendo que as maiores falhas estão relacionadas com a má execução e qualidade dos materiais, conforme mostra a Figura 1. O investimento maior em uma construção deve ser no detalhamento e estudo da estrutura, para assim prever o que pode dar errado e tomar decisões cabíveis. Um diagnóstico correto do problema indica em qual etapa do processo construtivo teve origem o fenômeno encontrado na edificação. Logo, para cada origem do problema há uma terapia adequada.

**Figura 1** - Origem dos problemas patológicos com relação as etapas de produção e uso das obras civis.



**Fonte:** Adaptado de Grunau (1981 *apud* Helene, 1992).

As patologias são divididas em quatro grupos quanto sua origem, sendo elas:

- **Congênitas:** são as que surgem na fase de projeto, devido a materiais inadequados, falta de ensaios necessário, dimensionamento e durante a realização do projeto;
- **Adquiridas:** surgem ao final da obra, podendo ser causada por falta de manutenções;
- **Acidentais:** são originadas por conta de algum fenômeno da natureza ou algum acidente;
- **Construtivas:** que surgem na etapa de execução da obra, tendo como causa fatores como materiais inadequados, falta de fiscalização rígida, mão de obra desqualificada, entre outros.

### 3.1.3 Causa

Assim como a origem das manifestações patológicas, os agentes causadores dos problemas patológicos podem ser vários, como: carga inadequada, agentes biológicos, variação de umidade, deficiência na concretagem, a falta do controle de qualidade dos materiais e mão de obra, falha na impermeabilização, dentre diversas outras causas (HELENE, 1992).

Segundo Oliveira (2013), o projeto das edificações desempenha um papel de extrema importância, uma vez que a responsabilidade pela qualidade da obra na entrega final e do projeto estão diretamente vinculadas. Porém grande parte dos problemas patológicos na construção civil são as falhas na elaboração e execução do projeto por diversos fatores, como inexperiência dos profissionais ou até mesmo por falta de comprometimento deles com a obra, de forma geral os projetos não tem a devida importância no Brasil como em outros países.

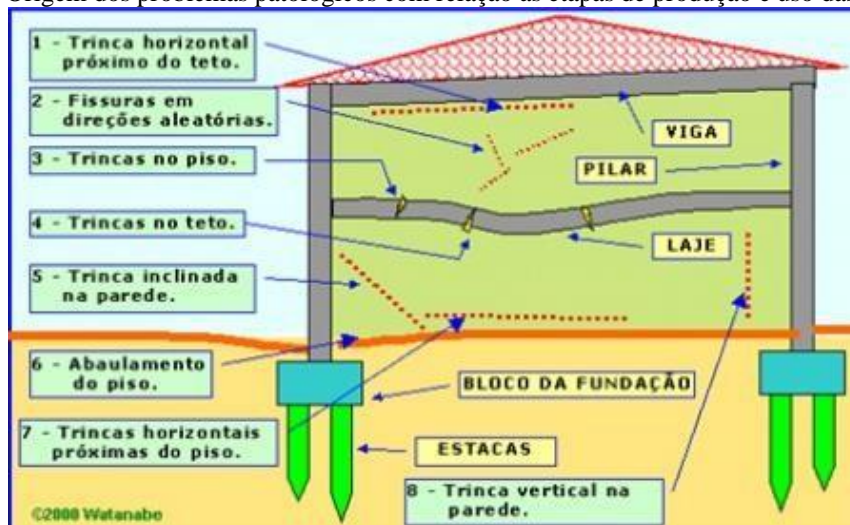
De acordo com Trindade (2015), os defeitos tanto construtivos como de projetos são devido a falhas humanas, geralmente relacionada a mão de obra de qualidade inferior. Afirma ainda que as principais falhas humanas causadoras das manifestações patológicas na etapa de execução, são: deficiência de concretagem, inadequação de escoramentos e fôrmas, deficiência nas armaduras, utilização incorreta dos materiais de construção e inexistência do controle de qualidade.

Ainda segundo Trindade (2015), a falta de qualidade dos materiais é um fator dominante na ocorrência de patologias, principalmente relacionado as estruturas da construção. Sendo extremamente importante controlar a qualidade dos materiais utilizados nas obras.

O desempenho e a vida útil de uma edificação estão relacionados diretamente a manutenção, podendo gerar problemas ocasionadas por erros de utilização, como apresenta O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do Paraná – IBAPE-PR (2016), onde estudos constam que 66% das prováveis causas e origens dos acidentes em edificações com mais de dez anos, estão relacionados a deficiência de manutenção, perda precoce de desempenho e deterioração.

Fonseca (2009) lista as causas das aberturas de acordo com suas características e configurações apresentadas em uma edificação, Figura 2.

**Figura 2** - Origem dos problemas patológicos com relação as etapas de produção e uso das obras civis.



Fonte: Watanabe (2000).

- Trinca horizontal próximo ao teto são ocasionadas devido ao adensamento da argamassa de assentamentos dos tijolos ou pela falta de amarração da parede com a viga superior.
- Fissuras em direções aleatórias na alvenaria pode ser causada pela falta de aderência da pintura ou falta de aderência da argamassa a parede ou até da retração da argamassa do revestimento.
- Trincas no piso pode ser devido a vibrações de motores ou excesso de peso sobre a laje.
- Trincas no teto podem ser causadas falta de resistência da laje, assim como o recalque ou excesso de peso da mesma.
- Trincas inclinadas na alvenaria podem surgir devido ao recalque diferencial.
- Abaulamento do piso tem como causa principal o recalque das estruturas, podendo ser originado pela expansão do subsolo ou colapso do revestimento, sendo acompanhados por trincas inclinadas na alvenaria.
- As trincas horizontais próximas ao piso pode surgir devido ao recalque do baldrame ou por efeito da capilaridade nas paredes, originadas pelo colapso ou falta de impermeabilização da viga baldrame.
- Trinca vertical na parede é causada em alguns casos pela ausência de amarração da parede com algum elemento estrutural como por exemplo o pilar.

Visto que as aberturas surgem de diversas formas na edificação, faz-se necessário o estudo mais a fundo de cada manifestação patológica para então descobrir sua origem e causa, para assim prosseguir com a terapia adequada.

### 3.2 INSPEÇÃO, DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Uma edificação pode demonstrar que está “doente” apresentando ou não sinais externos indicando que algo não está correto. Torna-se necessário realizar alguns procedimentos para efetuar um diagnóstico mais exato de uma manifestação patológica. Inicialmente, realiza-se uma inspeção visual para fazer uma coleta de dados, identificando todos os sintomas observados, assim como sua localização e intensidade. Para alguns profissionais experientes, a inspeção visual poder ser suficiente para estabelecer a causa da “doença” da edificação, porém, às vezes, se faz necessária a realização de ensaios específicos e análise dos projetos para auxiliar no diagnóstico (TUTIKIAN; PACHECO, 2013).

#### 3.2.1 Anamnese

Com o propósito de conhecer melhor a edificação analisa-se a sua história, sua utilização, a ocorrência de possíveis danos, seja relacionada a materiais empregados na construção ou relacionada a possíveis reformas, como colapsos, agentes de deterioração, intervenções ao longo do tempo, entre outras (GIL *et al.*, 2015).

**Quadro 1** - Lista de perguntas para fase da anamnese.

<b>Dados do edifício</b>	1) Qual a idade do edifício?
<b>Atividade de inspeção</b>	2) Qual o principal objetivo da inspeção a ser realizada?
	3) Já foi realizada alguma inspeção no edifício? Quando?
<b>Documentações</b>	4) As documentações estão em dia? Em relação ao alvará de construção, autos de vistoria do Corpo de Bombeiros, Habite-se?
<b>Correções/Manutenções</b>	5) O edifício possui manual de uso, operação e manutenção?
	6) O edifício tem os projetos disponíveis (elétrico, estrutural, arquitetônico, hidrossanitário, entre outros)?
	7) O edifício possui as notas fiscais das manutenções realizadas?
	8) Há um acompanhamento de manutenção?
	9) Tem alguma reclamação de moradores quanto a problemas internos?
	10) Já foi feita alguma correção no prédio? Quais motivos? Foi acompanhada por um profissional qualificado?
<b>Reforma/Modificações</b>	11) Quais foram as últimas modificações feitas no edifício? Quando ocorreram? Foram acompanhadas por algum técnico/engenheiro?
	12) Quando foi feita a última pintura do prédio? Quais locais foram feitos?
	13) Os revestimentos cerâmicos foram trocados alguma vez? Quando? Os rejuntas foram refeitos?

**Fonte:** Sena; Nascimento; Nabut Neto (2020).



Nesta etapa da anamnese tem-se um fator importante e facilitador da identificação da causa e solução do problema ocorrido na edificação. Geralmente as perguntas são individuais direcionadas a cada edifício (SENA; NASCIMENTO; NABUT NETO, 2020). O Quadro 1 esboça um modelo resumido da anamnese.

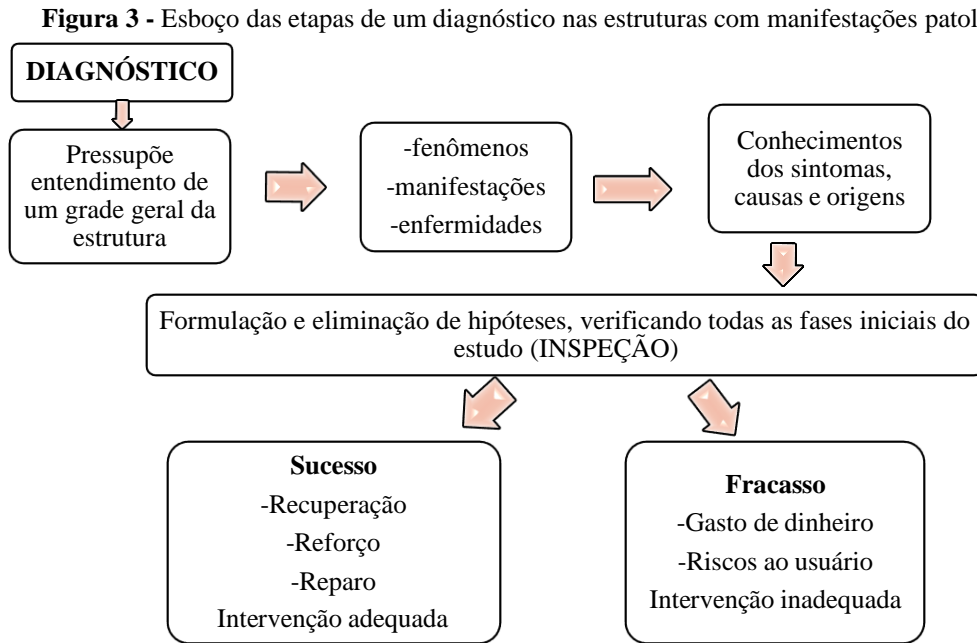
Portanto, conforme a NBR 16747 (ABNT, 2020), na anamnese é obtido o levantamento de subsídios com os envolvidos do imóvel a ser estudado, instruindo o profissional responsável na realização da inspeção predial.

### 3.2.2 Diagnóstico

De acordo com Tutikian e Pacheco (2013), o diagnóstico da patologia, se refere ao processo de compreensão e explicação científica dos problemas encontrados e seus respectivos desenvolvimentos em uma construção onde ocorrem manifestações patológicas. Pode ocorrer a possível existência de sintomas dinâmicos que muda de acordo com o período de tempo. Correspondendo assim, à fase de identificação e descrição da origem e causa dos problemas nas construções.

Conforme Holanda (2015), é de suma importância um bom diagnóstico para que se tenha a definição do tipo de intervenção mais adequada e urgente de acordo com a causa dos problemas que se originam as falhas das obras. Esse diagnóstico deve ser feito por um profissional capacitado através de uma inspeção no local observando vários detalhes, procurando obter o maior número de informações possíveis sobre o problema.

Ainda segundo Holanda (2015), ao ser definido o problema e ao validar o diagnóstico, a aplicação da intervenção correta deve ser imediata. A Figura 3 apresenta um esboço das etapas a serem seguidas para obter um diagnóstico correto e a importância dessa fase para conhecimento das manifestações patológica.



**Fonte:** Adaptado de Tutikian; Pacheco (2013).

### 3.2.3 Prognóstico

Segundo Tutikian e Pacheco (2013) ao estabelecer o diagnóstico da patologia em questão, deve-se definir a escolha da medida de correção admitida para o caso. Para elaborar o prognóstico, o responsável técnico deve analisar e estudar o problema, fundamentando-se em certos critérios, no decorrer do tempo, para a definição de eventuais alternativas de evolução das anomalias. Alguns dos critérios são estes:

- situação de evolução natural do problema;
- circunstâncias de exposição a que a edificação se encontra;
- tipo de terreno em que está inserida;
- tipo do problema.

Ainda de acordo com Tutikian e Pacheco (2013) em alguns casos, com o estudo do prognóstico pode-se avaliar que qualquer intervenção feita não será satisfatória e/ou não possui um custo-benefício adequado, se classificando como um prognóstico pessimista. Ao ser finalizado o prognóstico, avalia a melhor decisão sobre o procedimento adotado para a solução dos problemas patológicos apresentado na edificação.

Corroborando com esse pensamento Do Carmo (2003) relata que a melhor conduta a ser seguida é a que apresenta os níveis de desempenho e qualidade exigidos a um menor custo. Portanto, deve-se analisar a alternativa que melhor se adequa a situação, sendo viável a disponibilidade de recursos tecnológicos e financeiros para sua execução, sendo importante

ainda controlar a qualidade dos serviços, materiais e equipamentos adequados, fatores que são de grande importância a eficácia do processo de resolução das manifestações patológicas.

### 3.3 DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DAS CONSTRUÇÕES

De acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2013) referente a Norma de Desempenho, é conceituada como desempenho sendo o comportamento em uso de uma edificação e seus sistemas. A norma apresenta ainda o termo de durabilidade que pode ser definida como a capacidade da edificação de desempenhar suas funções necessárias ao longo do tempo. No entanto, para a ISO 13823 (ABNT, 2008) tem-se que durabilidade é a capacidade da estrutura atingir todos os critérios previstos de desempenho exigidos, tendo auxílio de manutenções, por determinados períodos de tempo sofrendo influências de intempéries e do próprio envelhecimento da estrutura.

Segundo Sena, Nascimento e Nabut Neto, (2020) atrelado ao conceito de desempenho, tem-se outros termos que são abordados na NBR 15575 (ABNT, 2013) que contribuem na construção do entendimento sobre a qualidade desejada nas edificações habitacionais. Os termos citados são:

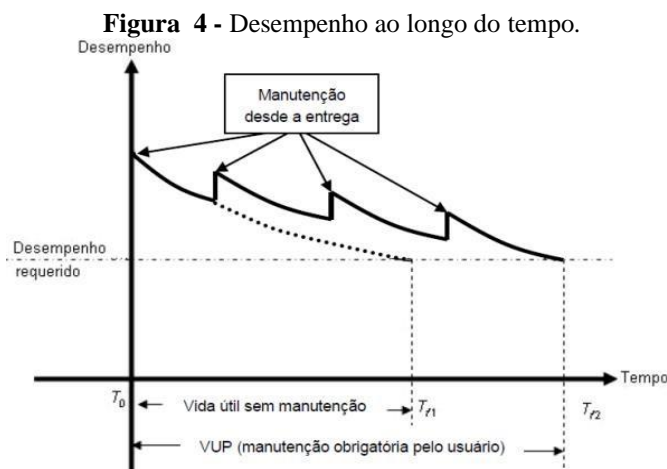
- **Requisitos de desempenho:** refere-se as condições qualitativas das particularidades que as edificações habitacionais precisam possuir, atendendo também aos requisitos dos usuários, como segurança, sustentabilidade e habitabilidade;
- **Critérios de desempenho:** está relacionada com as especificações de caráter quantitativo dos requisitos de desempenho. Sendo apresentado de maneira que as quantidades sejam mensuráveis, podendo ser determinadas dentro dos requisitos postos anteriormente;
- **Manutenção:** trata-se do conjunto de atividades que são necessárias para o funcionamento correto ou a recuperação da capacidade funcional da edificação, atendendo a segurança do usuário.

A questão de durabilidade da edificação e a possibilidade de extensão da mesma, apresentada na Norma citada, estão relacionadas a Vida Útil (VU) e a Vida Útil de Projeto (VUP). Onde destaca-se o conceito de Vida Útil, sendo o período de tempo, com desempenho previsto nesta Norma, que uma edificação exerce às atividades para as quais foram desenvolvidas e tendo as manutenções adequadas. Desse modo, entende-se que VU é o tempo mínimo que a edificação tende a durar.

Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013) a Vida Útil de Projeto está relacionada ao período de tempo ao qual o sistema é projetado com o propósito de atender aos requisitos de

desempenho da Norma, sendo uma estimativa de tempo que compõe o tempo de vida útil. Essa estimativa de tempo leva em consideração os materiais e métodos utilizados e a importância da execução correta da manutenção que já está prevista no manual de uso.

Ainda de acordo com os conceitos apresentados por essa Norma e em congruência com a essência da patologia das edificações, é possível perceber a importância da manutenção de uma edificação, que é correlacionada diretamente ao seu desempenho e durabilidade ao longo do tempo, assim como a Vida Útil e Vida Útil de Projeto, como pode-se observar na Figura 4.



Fonte: NBR 15575 (ABNT, 2013).

### 3.4 FISSURAS PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As fissuras são o tipo mais comum de manifestação patológica, podendo interferir na estética, durabilidade e na estrutura da edificação. Compreender seu conceito, origem e causa é de extrema importância.

#### 3.4.1 Conceito

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010) a fissura é conceituada como uma abertura ocasionada por deformações ou deslocamentos na superfície, podendo ser classificada em estética ou dinâmica e cuja amplitude é variável. Dependendo da sua origem e intensidade, podem significar algo simples ou indicar que algo mais grave está prestes a acontecer.

As fissuras são manifestações patológicas das edificações que podem ser observadas em pisos, lajes, alvenaria, vigas entre outros elementos da construção civil, podendo ser ocasionadas por tensões dos materiais. Caso os materiais tenham um esforço maior que sua resistência acontece a falha, causando uma abertura e de acordo com o tamanho da sua

espessura poderá ser classificada, mostrado no Quadro 2, como fissura, rachadura, trinca, fenda ou brecha (OLIVEIRA, 2012).

**Quadro 2** - Detalhamento de fissura, trinca, rachadura, fenda e brecha.

<b>ANOMALIAS</b>	<b>ABERTURAS (mm)</b>
Fissura	até 0,5
Trinca	de 0,5 a 1,5
Rachadura	de 1,5 a 5,0
Fenda	de 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

**Fonte:** Silva e Jonov (2011).

#### 3.4.1.1 Fissuras

Manifestam-se como aberturas rasas, finas e compridas. Normalmente apresentam-se de maneira superficial, atingindo apenas a massa corrida ou pintura. Configuram-se com aberturas até 0,5 mm. Podem surgir ainda em várias direções, tendo como causa fatores variados, Figura 5.

**Figura 5** - Fissuras com características inclinadas e mapeadas.

**Fonte:** Marcolino; Reis (2019).

#### 3.4.1.2 Trincas

Apresentam características mais acentuadas e profundas, propiciando a separação das partes. Por sua vez, as trincas podem indicar algo mais grave e requer um estudo de imediato. Sua abertura pode variar de 0,5 mm a 1,5 mm, mostrado na Figura 6.

**Figura 6** - Trinca em parede.



**Fonte:** Marcolino; Reis (2019).

#### 3.4.1.3 Rachaduras

Abertura expressiva, acentuada e profunda, observa-se a divisão das partes e de extrema gravidade, pois pode afetar a alvenaria e os elementos estruturais como pilares, vigas e laje. Como afeta o estrutural, seu aparecimento é um risco à segurança dos usuários. Sua abertura pode ter de 1,5 mm a 5,0 mm. Exemplo apresentado na Figura 7.

**Figura 7** - Rachadura no canto superior de porta.



**Fonte:** Zanzarini (2016).

O surgimento das rachaduras em uma construção geralmente são consequências da qualidade da obra, devido aos materiais utilizados e ao processo construtivo que pode ter ocorrido alguma falha. As rachaduras podem apresentar diversas causas, necessitando de uma avaliação especializada para a correta intervenção do problema.

#### 3.4.1.4 Fenda

Tem uma abertura maior que a rachadura, causa ruptura do elemento construtivo e divisão do sólido em duas partes. Abertura entre 5,0 mm a 10 mm, Figura 8.

**Figura 8** - Fenda causada por sobrecarga do telhado.



**Fonte:** Andrade; Silva; Sotero (2020).

#### 3.4.1.5 Brecha

Apresenta uma abertura maior que 10 mm, podendo visualizar através da brecha o outro lado. Indicam maior gravidade e sua inspeção e avaliação necessitam de urgência, assim como sua medida para intervenção do problema, Figura 9.

**Figura 9** - Brecha causada pela expansão da raiz da árvore.



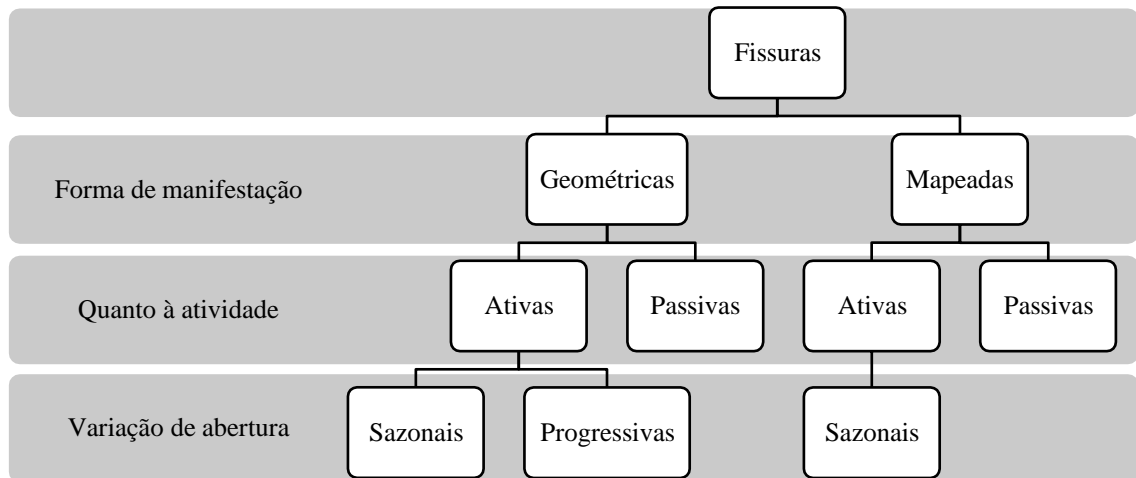
**Fonte:** Medeiros (2019).



### 3.4.2 Classificação

As fissuras podem ser classificadas tanto quanto à sua atividade: passivas ou ativas, que podem ainda ser subdivididas em sazonais ou progressivas, e quanto a sua forma: geométricas ou mapeadas, conforme ilustra a Figura 10 (TERREZO, 2021).

**Figura 10** - Classificação das fissuras.



**Fonte:** Adaptado de Sahade (2005).

#### 3.4.2.1 Quanto à sua forma

De acordo com Corsini (2010), as fissuras mapeadas surgem em forma de mapas na alvenaria e podem ser causadas pela retração dos revestimentos, frequentemente são superficiais, Figura 11. As fissuras geométricas surgem de forma isolada, podendo surgir nos elementos de alvenaria, blocos, tijolos ou nas juntas de assentamento, Figura 12.

**Figura 11** - Fissuras mapeadas.



**Fonte:** Corsini (2010).

**Figura 12** - Fissura geométrica.



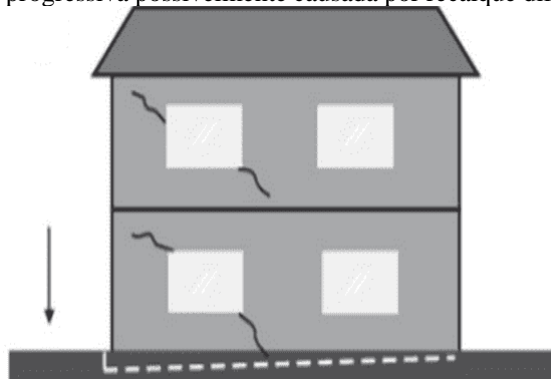
**Fonte:** Corsoni (2010).

#### 3.4.2.2 Quanto à sua atividade

Em relação à sua atividade, Sahade (2005) afirma que as fissuras podem ser ativas ou passivas. As fissuras ativas são aquelas que apresentam alguma variação no decorrer do tempo, podendo aumentar a sua dimensão.

Essas fissuras ainda são subdivididas em sazonais que são associadas à variação de temperatura, não apresentando problemas na estrutura da edificação e progressivas que possuem um aumento progressivo periódico, podendo ser prejudiciais a estrutura de acordo com o seu aumento, com isso o problema tem que ser corrigido de maneira imediata. Na Figura 13 observa-se o exemplo de uma fissura ativa progressiva possivelmente causada por recalque diferencial da fundação.

**Figura 13** - Fissura progressiva possivelmente causada por recalque diferencial da fundação.



**Fonte:** Milititsky; Consoli; Schnaid (2015).

Sahade (2005) ainda expõe que as fissuras passivas não possuem variação sensível da abertura ao longo do tempo, são consideradas com estabilidade e geralmente apresentam problemas apenas estético, facilitando a conclusão da terapia.

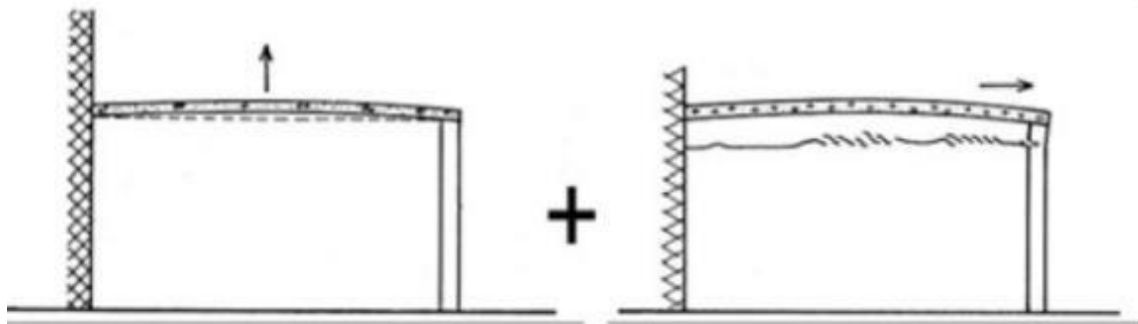
### 3.4.3 Causas

Segundo Oliveira (2012), as manifestações patológicas do tipo fissuras podem ser causadas por vários fatores como: movimentação térmica, movimentação higroscópica, por atuação de sobrecargas, por deformação excessiva de estruturas, por recalque de fundações ou até por alterações químicas. É de fundamental importância conhecer a causa para obter um diagnóstico correto e assim promover a conduta adequada. Nos itens seguintes estão relacionadas as causas de acordo com os fenômenos em função do tipo e forma da fissuração.

#### 3.4.3.1 Movimentações térmicas

De acordo com a variação de temperatura durante o dia, os componentes usados nos processos construtivos sofrem movimentos de contração e dilatação de forma periódica. Essas movimentações são devidas as propriedades dos materiais em conjunto com a variação de temperatura, causando tensões que poderão ocasionar o surgimento de fissuras. As fissuras causadas por movimentação térmicas, de acordo com Camaduro e Zatt (2000), geralmente são perpendiculares ao eixo do elemento, tendendo a seccionar o elemento e se caracterizando com sua abertura constante, Figura 14.

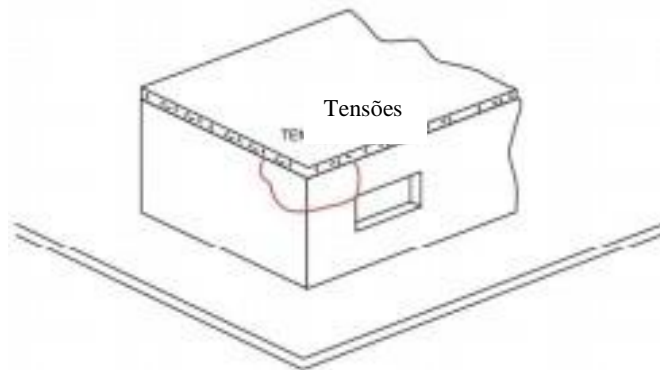
**Figura 14** - Fissura ocasionada por movimentação térmica da laje de cobertura.



**Fonte:** Thomaz (1989).

Segundo Casotti (2007), existe ainda a possibilidade de as fissuras ocasionadas por movimentações térmicas na laje vir de formas diferentes da citada anteriormente. Logo, em função das dimensões da laje, dependendo da natureza dos materiais e do grau de aderência entre paredes e lajes, as fissuras podem se desenvolver na alvenaria de forma inclinada próximo a laje de cobertura, como está indicado na Figura 15.

**Figura 15** - Fissura de cisalhamento provocada pela variação térmica da laje de cobertura.



**Fonte:** Pelacani (2010).

Através da dilatação térmica pode ocasionar fissuras tanto em paredes, lajes, platibandas, em pisos, ou seja, em todos os elementos construtivos. Nos pisos, quando não há possibilidade de movimentar-se livremente a tendência do revestimento é destacar-se, podendo ser causada pela expansão térmica do piso ou a contração da estrutura a uma compressão no plano do revestimento, mostrado na Figura 16 (BRAGA, 2010).

**Figura 16** - Deslocamento do revestimento do piso, sob ação de sua dilatação térmica ou da contração térmica.

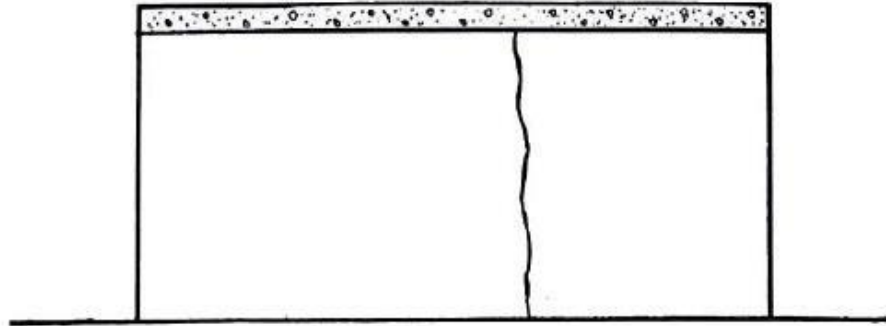


**Fonte:** Fernandes e Maciel (2016).

#### 3.4.3.2 Movimentações higroscópicas

As fissuras causadas por essas movimentações são semelhantes às que são causadas por movimentações térmicas. De acordo com o teor de umidade pode ocorrer uma variação no material, se ocorrer o aumento de umidade ocasionará uma expansão do material enquanto que ao diminuir esse teor irá ocasionar a retração do mesmo. Assim, se tiver algo que impeça essa movimentação de expansão e retração poderá surgir fissuras no sistema construtivo, como mostra a Figura 17 (DIAS; AMARAL; AMARANTE, 2021).

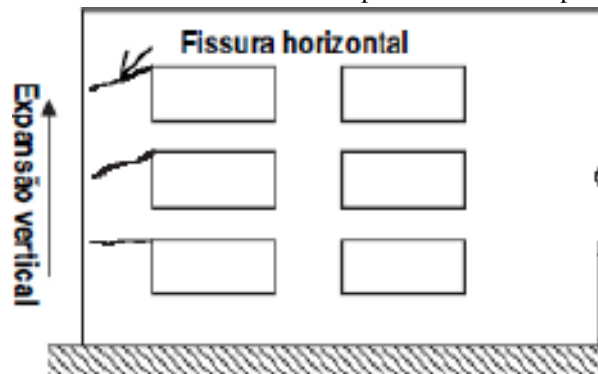
**Figura 17** - Trinca vertical causada por movimentações higroscópicas.



Fonte: Thomaz (1989).

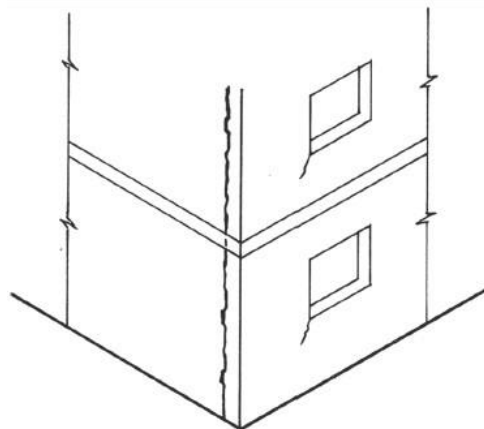
A umidade pode atingir os materiais construtivos por vários caminhos, podendo ser durante a produção das peças, durante a execução da obra, pode ser advinda de fenômenos meteorológicos e até mesmo através da umidade do solo. Quando há o encontro entre paredes possuindo juntas a prumo, independente do material utilizados em blocos e tijolos, ocorrerá movimentações higroscópicas que poderá ocasionar o destacamento entre as paredes, a umidade pode então penetrar no interior da edificação (CASOTTI, 2007). Como mostra a Figura 18 e Figura 19.

**Figura 18** - Fissuras horizontais na alvenaria provenientes da expansão da alvenaria.



Fonte: Alexandre (2008).

**Figura 19** - Expansão de tijolos por absorção de umidade provocada pelo fissuramento vertical na alvenaria.



Fonte: Thomaz (1989).

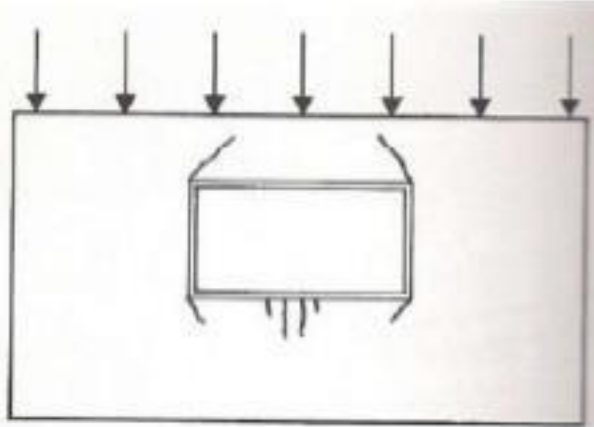
### 3.4.3.3 Atuação de sobrecargas

A ação de sobrecargas nos elementos construtivos estruturais em pilares, vigas e paredes pode ocasionar o aparecimento de fissuras. Estas sobrecargas geralmente são calculadas nos projetos estruturais, porém podem surgir cargas superiores às previstas ou até mesmo podem ter sido mal calculadas, resultando em fissuras na parte estrutural (CASOTTI, 2007).

De acordo com Thomaz (1989), dois tipos característicos de trincas podem surgir em regiões contínuas de alvenaria se forem submetidos a sobrecargas, que são:

- **Trincas verticais:** originadas da deformação transversal da argamassa quando tem uma ação de tensões de compressão distribuídas de maneira uniforme ou de flexão local dos elementos de alvenaria, ilustrado na Figura 20.

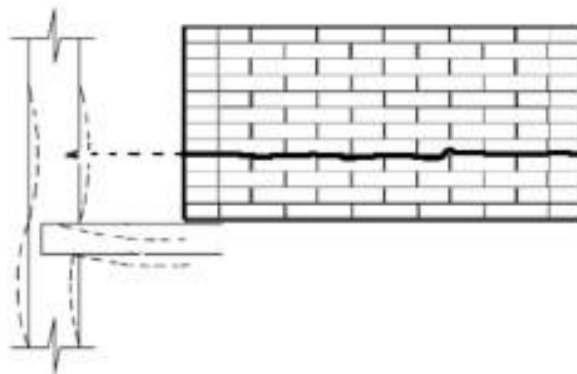
**Figura 20** - Fissuração típica de abertura em parede solicitada por carga vertical.



Fonte: Thomaz (1989).

- **Trincas horizontais:** originadas do rompimento por compressão dos elementos da alvenaria da argamassa de assentamento ou solicitações de flexo compressão da parede, Figura 21.

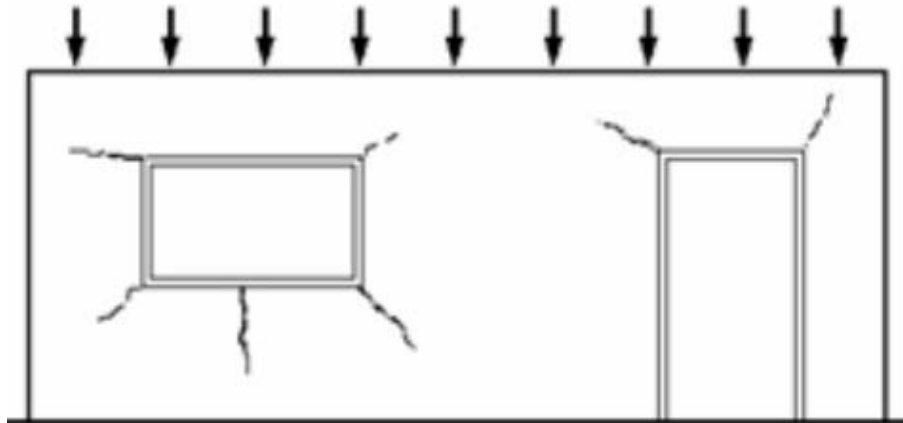
**Figura 21** - Fissuras horizontais provenientes de sobrecargas.



Fonte: Alexandre (2008).

Nos lugares que possuem abertura, como portas e janelas, as fissuras formam-se nos vértices dessas aberturas, podendo ainda apresentar diversas configurações como indicado na Figura 22 (ZANZARINI, 2016).

**Figura 22** - Fissuras em paredes com abertura sob atuação de sobrecargas.



**Fonte:** Caporrino (2018).

#### 3.4.3.4 Recalque de fundações

Um dos processos construtivos de maior importância em uma construção é a sua fundação. Logo, é a base que suporta toda a estrutura da edificação, sendo assim, o seu comportamento afeta diretamente todo o desempenho da alvenaria, podendo originar fissuras caso haja algum tipo de problema, como recalque.

Casotti (2007) destaca que, o solo possui uma capacidade alta de deformação, assim como a capacidade de cargas que não são constantes, os dois são dependes de diversos fatores para sua estabilidade. Quando estão sob efeito de cargas externas, os solos podem se deformar originando o aparecimento de fissuras na construção.

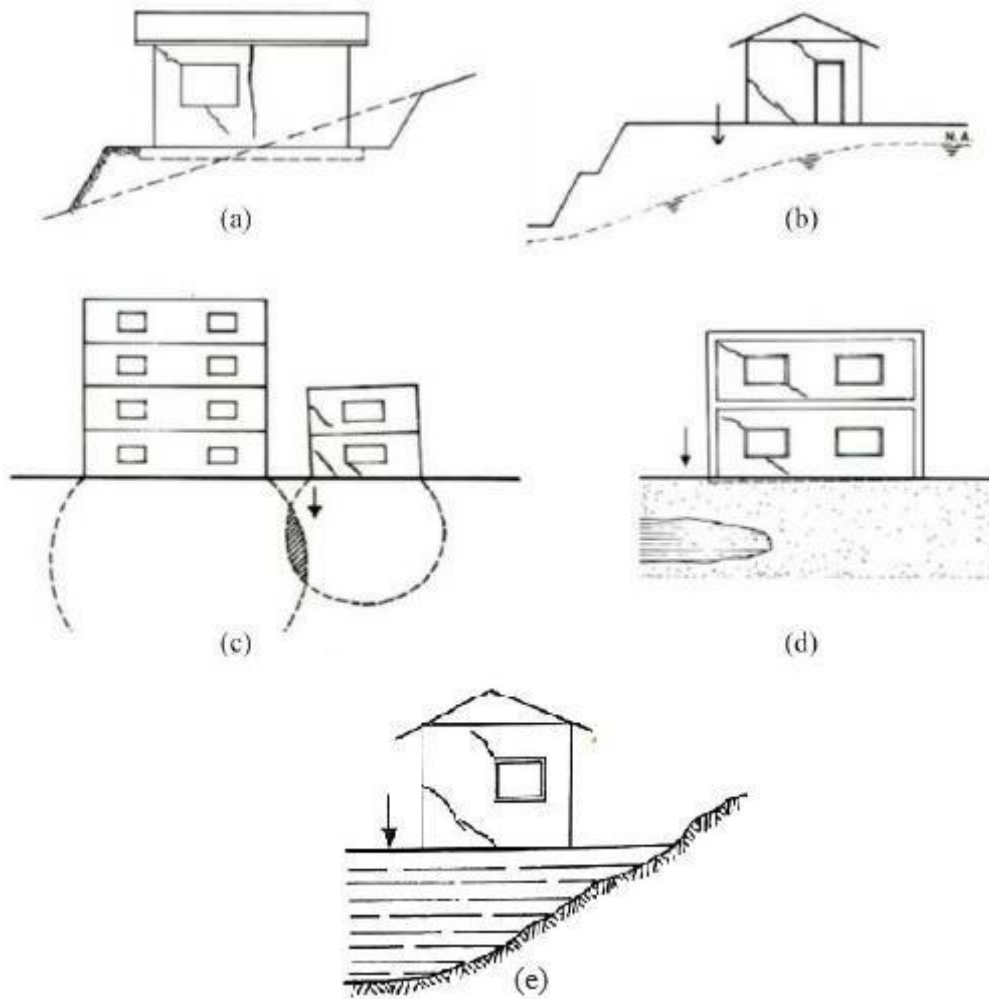
Para Braga (2010), o aparecimento de fissuras que tem sua causa principal o recalque em fundações, ocorrem conforme a sua intensidade, principalmente devido a estruturação da construção e as condições que estão ao seu redor influenciando na dimensão e extensão do problema.

De acordo com Thomaz (1989), o recalque diferencial pode ser ocasionado por diversos fatores como:

- fundações assentadas sobre seções de corte e aterro (Figura 23-a);
- recalque diferenciado por falta de homogeneidade do solo (Figura 23-b);
- recalque diferenciado em construções próximo a outra através da interferência no bulbo de tensões (Figura 23-c);

- recalque diferenciado por rebaixamento do lençol freático (Figura 23-d);
- recalque diferenciado, por consolidações distintas do aterro carregado (Figura 23-e).

**Figura 23** - Fatores que causam recalques diferenciais em fundações.

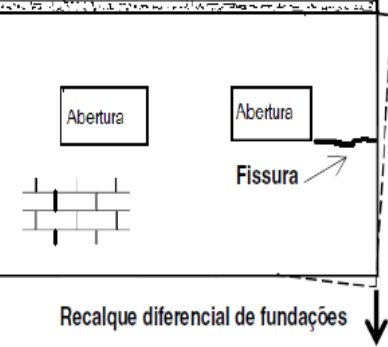
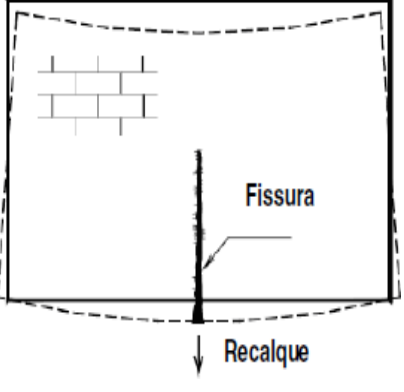
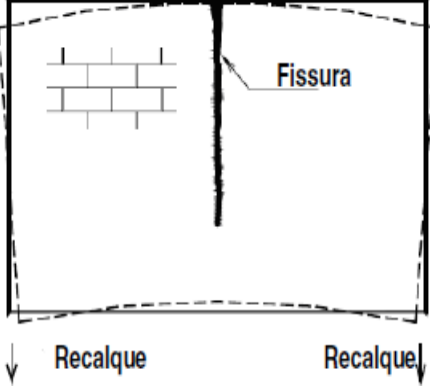


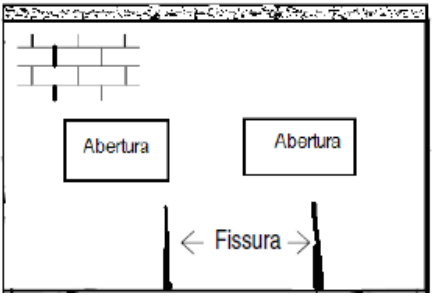
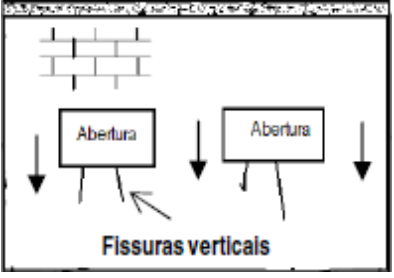
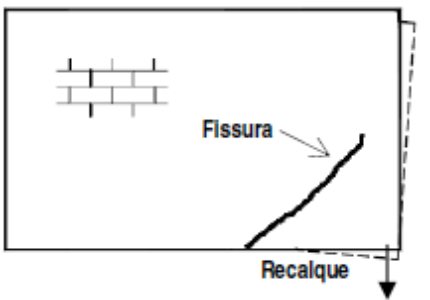
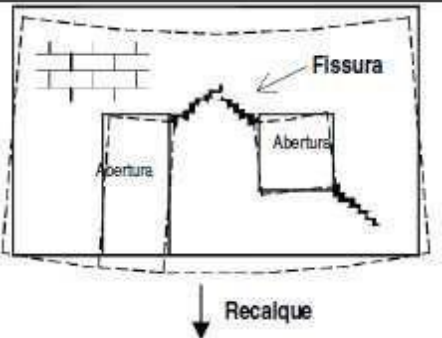
**Fonte:** Thomaz (1989).

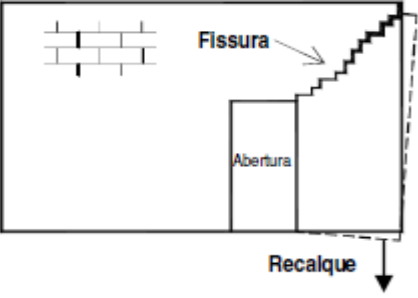
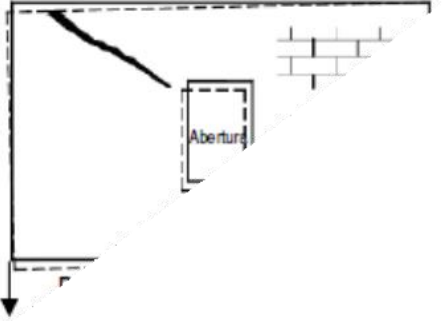
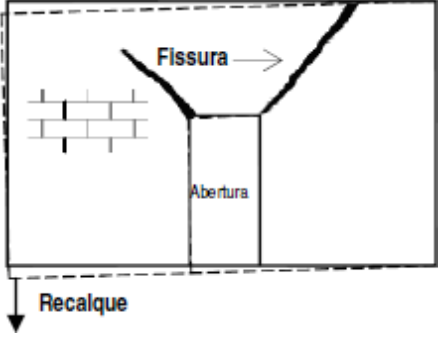
O surgimento das aberturas devido ao recalque das fundações tem inúmeras causas, o seu estudo detalhado é de extrema importância, pois através desse estudo que se descobre a medida corretiva a ser aplicada e solucionar o problema. O Quadro 3 ilustra algumas configurações mais comuns devido ao recalque diferencial e suas possíveis causas.



**Quadro 3 -** Resumo das configurações típicas de fissuras devido ao recalque diferencial.

Recalque de Fundações	Configurações típicas de fissuras	Causa Provável
 <p>Abertura</p> <p>Abertura</p> <p>Fissura</p> <p>Recalque diferencial de fundações</p>	<p>Fissuras horizontais junto ao peitoril da janela.</p>	<p>Recalque diferencial de fundação com distorção angular em caso de alguma falha na fiada horizontal próximo ao peitoril da janela (DUARTE, 1998).</p>
 <p>Fissura</p> <p>Recalque</p>	<p>Fissuras verticais em meio às paredes na região da base.</p>	<p>Deformação da viga de fundação (GRIMM, 1988).</p>
 <p>Fissura</p> <p>Recalque</p> <p>Recalque</p>	<p>Fissuras verticais em meio às paredes na região do topo.</p>	<p>Recalque diferencial de fundação com maior amplitude nas extremidades. (GRIMM, 1988). Ou deformação de balanços.</p>

Recalque de Fundações	Configurações típicas de fissuras	Causa Provável
 <p>Diagrama de uma parede com duas aberturas. Fissuras verticais são mostradas nas paredes adjacentes ao solo, com o rótulo 'Fissura' e setas apontando para elas. As aberturas são rotuladas 'Abertura'.</p>	<p>Fissuras verticais nas paredes junto ao solo.</p>	<p>Segundo Duarte (1998), a causa pode ser ruptura das fundações superficiais provocadas por recalque de fundação com distorção angular.</p>
 <p>Diagrama de uma parede com duas aberturas. Setas apontam para o solo sob as aberturas, indicando o ponto de aplicação da carga. Fissuras verticais são mostradas sob as aberturas, com o rótulo 'Fissuras verticais'.</p>	<p>Fissuras verticais sob os vãos de abertura.</p>	<p>Movimento diferencial das fundações ou por fundação contínua solicitada por carregamento desbalanceado provocando flexão negativa dois peitoris (THOMAZ, 1989; DUARTE, 1998).</p>
 <p>Diagrama de uma parede com uma fissura inclinada a partir do canto inferior direito. O rótulo 'Fissura' aponta para a fissura, e 'Recalque' indica o movimento da base da parede.</p>	<p>Fissuras inclinadas a partir dos cantos das paredes.</p>	<p>Recalque diferencial de fundações por falha na homogeneidade do solo (THOMAZ, 1989; DUARTE, 1998).</p>
 <p>Diagrama de uma parede com duas aberturas. Uma fissura inclinada é mostrada a partir das aberturas, com o rótulo 'Fissura' apontando para ela. 'Recalque' indica o movimento da base da parede.</p>	<p>Fissuras inclinadas a partir das aberturas nas alvenarias.</p>	<p>Recalque de fundações de maior amplitude no centro (GRIMM, 1998).</p>

Recalque de Fundações	Configurações típicas de fissuras	Causa Provável
	Fissuras inclinadas a partir das aberturas nas alvenarias.	Recalque diferencial de fundações por falta de homogeneidade do solo (GRIMM, 1988).
	Fissuras inclinadas a partir das aberturas nas alvenarias	Recalque diferencial de fundações por falta de homogeneidade do solo (GRIMM, 1988).
	Fissuras inclinadas a partir das aberturas nas alvenarias	Recalque diferencial de fundações (GRIMM, 1988).

Fonte: Alexandre (2008).

Como regra geral, as aberturas das fissuras causadas por recalques serão diretamente proporcionais à sua intensidade, entretanto a gravidade da fissura assim como a extensão do problema será influenciada pela estrutura do edifício e às condições do contorno (CASOTTI, 2007).

Casotti (2007) ainda pontua que além de todos os fatores geotécnicos que foram apontados acima como causadores dos recalques, pode-se ainda observar um fenômeno geológico importante. Refere-se a afundamentos que são localizados no aterro, pois ao passar dos anos vão processando lentamente causando falhas no subsolo. Nas regiões que possuem esse fenômeno e foram construídas edificações podem estar sujeitas ao aparecimento de fissuras generalizada da edificação.

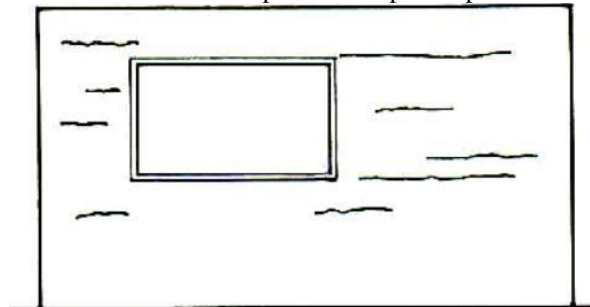
### 3.4.3.5 Alterações químicas

Os materiais utilizados na construção podem sofrer alterações químicas que podem causar sua deterioração e o aparecimento de fissuras nos seus componentes. Os três tipos de substância química mais comuns que podem causar essas fissuras são a hidratação retardada de cales, o ataque por sulfatos e a corrosão de armaduras (CASOTTI, 2007).

Quando a cal não é hidratada de forma correta podem apresentar teores elevados dos óxidos livres de cal e magnésio, que estarão sedentos por água. Se por acaso na fabricação desses componentes com cal mal hidratada ocorrer uma modificação do componente no decorrer da sua vida útil, a tendência é que os óxidos livres venham a se hidratar e conseqüentemente aumente em até 100% o seu volume (THOMAZ, 1989).

Com esse aumento de volume, de acordo com a intensidade da expansão poderá ocorrer fissuras de várias formas de configurações e alguns outros problemas. Caso seja em argamassa de assentamento, por exemplo, com a sua expansão pode surgir fissuras horizontais no revestimento, acompanhando as juntas de assentamento da alvenaria. Essas fissuras surgem de preferência próximo ao topo das paredes, pois nesse local os esforços de compressão vindos do seu próprio peso são menores, Figura 24.

**Figura 24** - Fissuras horizontais no revestimento provocadas pela expansão da argamassa de assentamento.



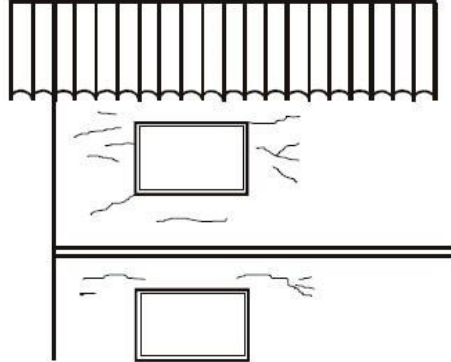
**Fonte:** Thomaz (1989).

No caso do ataque por sulfatos, se entrar em contato com constituinte de algum material, como o aluminato de tricálcico que é um constituinte normal dos cimentos, pode reagir causando uma grande expansão. Quando ocorre essa grande expansão na argamassa de assentamento, inicia-se uma expansão na alvenaria ocasionando uma desintegração progressiva das juntas da argamassa (THOMAZ, 1989).

No caso de alvenarias revestidas, as fissuras apresentam configurações semelhantes às que são causadas por retração da argamassa de revestimento, apresentando apenas algumas diferenças como as aberturas mais pronunciadas, acompanhando as juntas de assentamento

horizontais e verticais e frequentemente vem acompanhadas do fenômeno de eflorescência (THOMAZ, 1989). Exemplo apresentado na Figura 25.

**Figura 25** - Fissuras horizontais por expansão da argamassa causada por reações químicas.



**Fonte:** Duarte (1998).

#### 3.4.4 Ensaios de caracterização

A manifestação patológica que mais ocorre são as fissuras, ou pelo menos a mais evidente pelos usuários (RIPPER; SOUZA, 1998). Essa manifestação pode surgir no início da construção ou até mesmo por causa das falhas do projeto arquitetônico, de forma congênita. Os profissionais envolvidos devem saber o que fazer para minimizar o problema, pois pelo fato de conhecer as propriedades de alguns materiais e componentes reconhecem que algumas movimentações são inevitáveis (THOMAZ, 1989).

Para o estudo destas fissuras, existem ensaios que podem ser feitos para avaliar o tamanho da sua abertura e atividade, pois através desses ensaios podem indicar a causa ou causas que as motivaram e assim usar o tratamento adequado para cada uma.

O fissurômetro é uma régua feita de material transparente (podendo ser impresso com papel normal de gramatura mais grossa) com medidas a partir de 0,1mm que pode medir tamanho da abertura das fissuras. Esse instrumento possui espessuras e ao ser colocado sobre a fissura, permite, através de comparação visual, estimar o valor da abertura (MEDEIROS, 2019). Exemplo de fissurômetro na Figura 26.

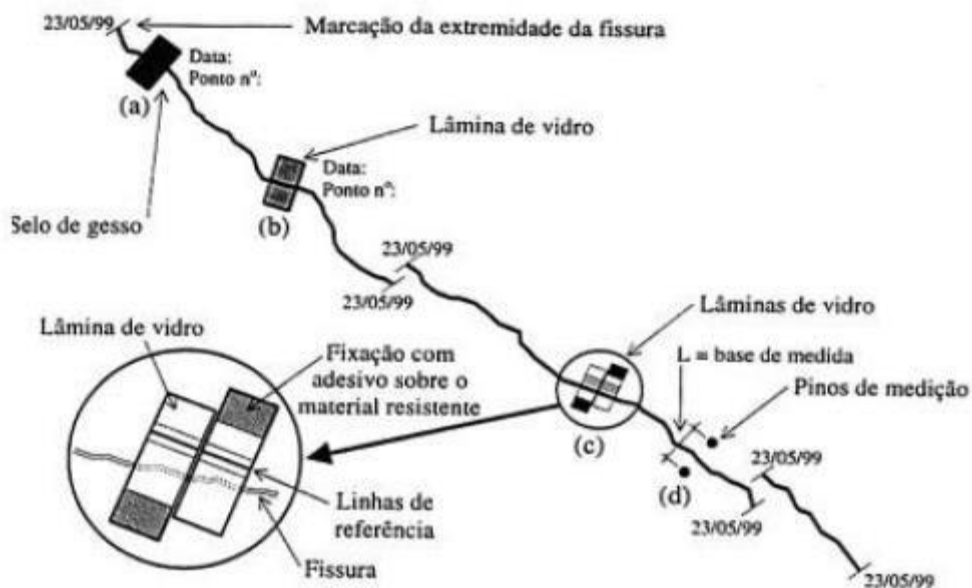
**Figura 26 - Fissurômetro.**



Fonte: Guerra (2003).

A análise das fissuras pode ser ainda por meio do selo de gesso e lâmina de vidro, apresentado na Figura 27 (SILVA FILHO; HELENE, 2011). O ensaio de selo de gesso além de ser uma técnica simples de monitoramento de fissuras é de fácil aplicação, não precisando ser profissional para seu procedimento. Como o gesso possui uma fragilidade, ao ser aplicado sobre a fissura, qualquer movimentação da mesma causará ruptura do selo. A aplicação dessa técnica, no entanto, não pode ser aplicada ao ar livre, devido à grande reatividade do gesso com água (OLIVEIRA; MAZER; MEDEIROS, 2018).

**Figura 27 - Formas de instrumentação para controle da abertura de fissuras.**



Fonte: Silva Filho; Helene (2011).

### 3.4.5 Conduta a ser seguida

Uma vez feito a vistoria no local e produzido o diagnóstico, em seguida deve ser realizado a definição terapêutica a ser adotada e a estratégia de intervenção para resolução do problema encontrado. A definição desta conduta compreende decisões técnicas de profissionais, seja do material a ser usado, mão de obra ou equipamentos. Pode-se ainda analisar a intervenção de algumas alternativas, afim de julgar a mais adequada e a que possui melhor custo/benefício (DO CARMO, 2003).

Ao ter elaborado os reparos definitivos, deverão ser projetados de acordo com a origem do problema, sendo que todos os esforços devem ser direcionados no sentido de amenizá-los ou supri-los. Logo, as medidas de recuperação impostas deverão ser baseadas nas medidas preventivas. O problema causado por recalques de fundação, por exemplo, estudos demonstram que possivelmente ocorrerá a continuação do movimento, assim nenhum método de reparo do componente será eficiente (CASOTTI, 2007).

A conduta a ser seguida em cada caso para a correção do problema podem incluir apenas alguns pequenos reparos localizados, ou uma recuperação generalizada da estrutura ou reforços de pilares, vigas e lajes. É de suma importância que ao ocorrer qualquer intervenção, sejam tomadas medidas de proteção da estrutura e implementar programa de manutenção periódica (HELENE, 2003).

Para facilitar o diagnóstico e a escolha do método corretivo para cada fissura, Duarte (1998) aconselha a fazer o levantamento com algumas perguntas para obter informações a respeito da fissura.

- A fissura é ativa ou passiva?
- Existe incidência de umidade pela fissura?
- As fissuras são geométricas ou mapeadas?
- É necessário reforçar a parede a fim de desenvolver a resistência e rigidez inicial?
- Qual o tamanho da abertura das fissuras?
- É necessário demolir e reconstruir a parede?

Mediante as análises e redução dos agentes causadores da patologia, o processo de recuperação da alvenaria e a solução indicada para cada fissura pode ser executado. De acordo com Thomaz (1989), as formas mais utilizadas para reabilitação e reforço em paredes de alvenaria estrutural são:

- restauração com pintura acrílica;
- aplicação de tela de poliéster;

- recuperação com bandagem de dessolidarização;
- recuperação com grampos de fixação;
- substituição das juntas de assentamento;
- argamassa armada e reboco armado
- substituição dos elementos degradados e fechamento das juntas;
- injeção de graute ou resina epóxi expansiva;
- protensão;
- recuperação de revestimentos rígidos;
- adição de vigas e colunas de aço;
- reforço com materiais compósitos FRP.

As fissuras podem ter um agente causador diferente, mesmo estando no mesmo local. Assim como as diferentes causas, existem os diferentes procedimentos a serem tomados para cada causa. Por isso a importância do levantamento de dados e a análise dessas manifestações patológicas para então aplicar a terapia correta.



## 4 METODOLOGIA

Os processos metodológicos utilizados são apresentados ao decorrer deste capítulo, para obter resultados acerca da problematização apresentada no trabalho, onde serão apresentados os materiais, instrumentos e métodos para realização da pesquisa.

Para desenvolvimento da pesquisa adotou-se o método quali-quantitativo, de abordagem descritiva e exploratória. O método quali-quantitativo tem a combinação da abordagem da pesquisa qualitativa que é voltada para questões que discorrem cálculos e números matemáticos, tendo análises mais profundas ao objeto estudado enquanto o qualitativo visa o aspecto exploratório sendo mais subjetivo. Por sua vez, o estudo descritivo visa identificar, relatar e comparar as características de um determinado fenômeno. E a pesquisa exploratória consiste no aprofundamento de determinados conceitos sobre o tema abordado (RAUPP; BEUREN, 2006).

A pesquisa trata-se, quanto à natureza, de uma aplicação prática das informações conhecidas, segundo Nascimento e Sousa (2016), essa pesquisa gera compreensão para a solução de problemas reais, estabelecendo ordem e controle na natureza.

O método de pesquisa utilizada quanto aos procedimentos foi a pesquisa de campo que é mais comum na engenharia e corrobora com a aplicação da prática, conhecido como estudo de caso. De acordo com Gil (2002) esse tipo de pesquisa une a pesquisa bibliográfica com a investigação realizada através da coleta de informações acerca do estudo, formulando hipóteses e teorias, sendo possível indicar as causas de determinados acontecimentos.

O percurso metodológico está apresentado no Fluxograma 1.



Fonte: Autoria própria, 2021.

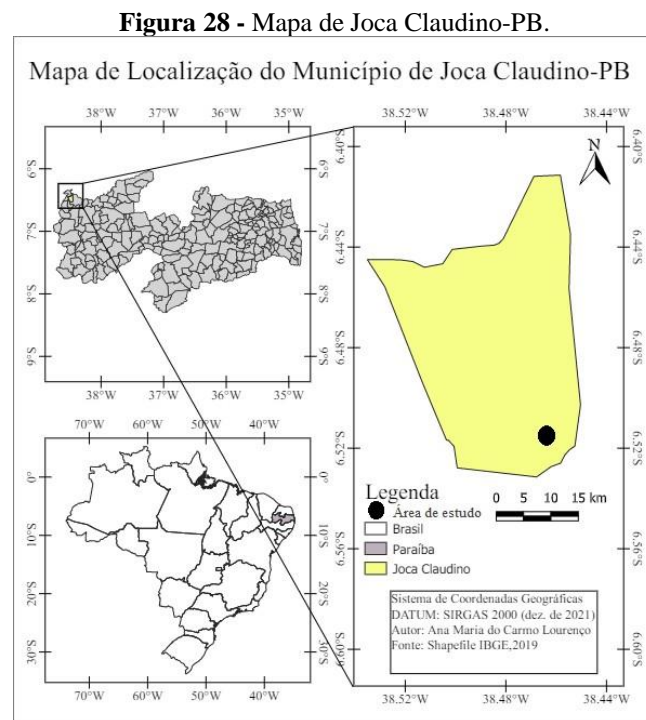
#### 4.1 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado por meio de coleta de dados sobre a manifestação patológica relacionado com a maior incidência de fissuras observadas em uma instituição de ensino inaugurado há poucos anos e construído em alvenaria estrutural, tendo como objetivo registrar, por meio de fotos, as fissuras existentes e obter informações sobre sua configuração, espessura, atividade e possível causa.

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho apresenta resultados referente a um estudo de caso em uma instituição de ensino localizada no Município de Joca Claudino, no Estado da Paraíba, com sua localização ilustrada na Figura 28.

A instituição de ensino é referência em questão de educação e qualidade de ensino na cidade, uma vez que seu ensino é integral, possui excelentes instalações e está situada na área urbana. Inaugurada no ano de 2018 e projetada para atender a 420 alunos, contendo quatro salas de aula, laboratórios de Ciências Naturais, Matemática/Robótica e Informática, biblioteca, sala de professores, secretaria, depósito, diretoria geral, área de recreio, cozinha, banheiros e estacionamento distribuídos em 1.680,94 m<sup>2</sup> de área coberta (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 2018).



Fonte: Autoria própria (2021).

### 4.3 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Para melhor entender o conceito de patologias, nesta etapa buscou-se uma definição de patologia e manifestações patológicas focando nas fissuras recorrentes em construções, assim como sua causa e tratamento.

Para isso foram realizadas pesquisas bibliográficas com o intuito de adquirir essas informações necessárias para a desenvoltura do trabalho, sendo realizado em livros, teses, dissertações, artigos científicos, entre outros. Utilizando também a busca na base de banco de dados como o BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações) e no Repositório Digital do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.

Essa busca ocorreu através de palavras chaves relativamente importantes sobre o assunto e terá como critério para escolha de literaturas a classificação *qualis* até B2, revistas que foram consideradas com o fator de impacto alto, avaliando a qualidade e reputação das mesmas.

### 4.4 VISTORIA NA INSTITUIÇÃO

A escolha dessa instituição pública se deu devido a observação da grande ocorrência de fissuras em sua edificação que tem pouco tempo de construção. Ao decorrer de 3 semanas, foram realizadas várias vistorias com o intuito de observar a evolução das fissuras nos sistemas construtivos da escola, seja na estrutura de concreto ou na estrutura de alvenaria.

As ferramentas utilizadas foram o fissurômetro e o selo de gesso, para fazer os ensaios adequados. Fez-se ainda o uso do celular fotográfico para obter registro das visitas e da situação encontrada. As visitas *in loco* serviram para fazer o levantamento das fissuras da instituição para posteriormente caracterizá-las.

A visita a instituição de ensino se deu em dois momentos, em cada momento foram executadas as seguintes atividades.

#### 4.4.1 Primeiro momento

Realizada em 19 de janeiro de 2022, com intuito de identificar as fissuras, realizar o registro fotográfico e fazer os ensaios de fissurômetro para identificar sua espessura e selo de gelo com a finalidade de observar sua atividade.

Ainda nesse primeiro momento foi registrado fotos de todo o local para elaborar o croqui com a localização das fissuras em estudo. Tudo mediante a liberação da diretora que foi dado através do termo assinado para a coleta de dados.

#### 4.4.2 Segundo momento

Realizado dia 10 de fevereiro de 2022, com a finalidade de verificar a ruptura do selo de gesso e fazer novamente a medição com o fissurômetro. Foram registradas novamente as aberturas em estudo através de fotos com o celular.

### 4.5 ELABORAÇÃO DO CROQUI

Realizado a vistoria *in loco* e obtendo os registros fotográficos, a próxima fase se deu pela elaboração do croqui de uma planta baixa tendo como intuito fazer o mapeamento para mostrar as áreas de maiores incidências de fissuras para facilitar o estudo e assim caracterizá-las com maior destreza. Será desenvolvido através do programa *REVIT* versão 2021, software escolhido por ser um programa utilizado para desenvolver projetos de arquitetura, urbanismo e engenharia, no qual se tem fácil acesso aos estudantes, tem maior eficácia e rapidez para desenvolver um croqui simples.

### 4.6 ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO

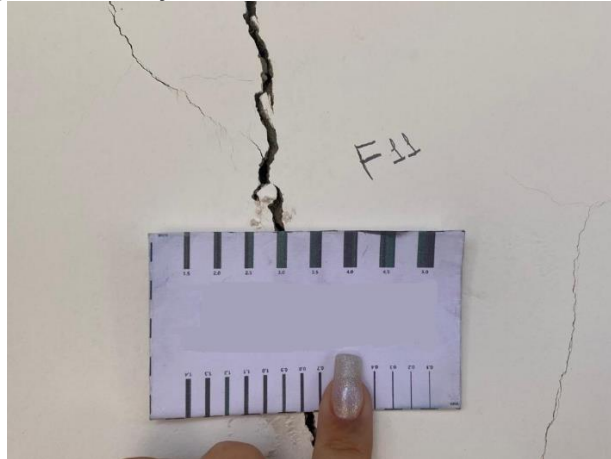
Após o levantamento das fissuras foram realizados os ensaios de caracterização desses fenômenos patológicos justamente para identificar se elas são ativas ou passivas, sendo escolhido para caracterização dessas fissuras os ensaios de fissurômetro e selo de gesso por serem técnicas simples de serem aplicadas, tem-se facilidade de entendimento e são métodos empíricos uma vez que não tem nenhuma norma vigente relacionada. Foram selecionadas algumas fissuras em pontos distintos para serem monitoradas durante três semanas.

#### 4.6.1 Fissurômetro

As fissuras foram caracterizadas de acordo com a sua abertura, realizando a medição por meio do fissurômetro. O equipamento se assemelha com uma régua, porém contém unidades em milímetros para melhor avaliar o tamanho de abertura das fissuras. O fissurômetro foi colocado perpendicular a cada fissura avaliada e em seguida foi feito um registro fotográfico identificando o tamanho da abertura, sendo registrado na tabela suas medidas e data que foi

realizado o ensaio. Ao decorrer de 3 semanas fez-se novamente a medição, Figura 29.

**Figura 29** - Medição da abertura das fissuras com o fissurômetro.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

#### 4.6.2 Selo de gesso

Para identificar se as fissuras são passivas ou ativas, foi utilizado o ensaio do selo de gesso, Figura 30. Esse ensaio consiste na técnica de monitorá-las através de uma fina lâmina de gesso, feita com a mistura de água e gesso na proporção de 50% para obter uma massa homogênea, e posteriormente aplicada com uma espátula diretamente na fissura em estudo. Foi observado durante duas semanas com a finalidade de identificar se ocorreu ou não rupturas no selo, para então caracterizá-las. O gesso, por ser um material frágil e pouco resistente, pode quebrar ou se romper por qualquer movimentação.

**Figura 30** - Ensaio do selo de gesso.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

#### 4.7 ANÁLISE E TABULAÇÃO DE DADOS

A partir dos ensaios realizados foram feitas a análise dos dados obtidos. Com intuito de facilitar a compreensão e analisar os resultados criteriosamente, foi elaborado uma tabulação desses dados, onde utilizou-se planilhas eletrônicas (Microsoft Office Excel) para organizar as informações obtidas sendo possível gerar gráficos, tabelas e quadros para assim avaliar e caracterizar as fissuras patológicas da escola em estudo.

#### 4.8 TERAPIA

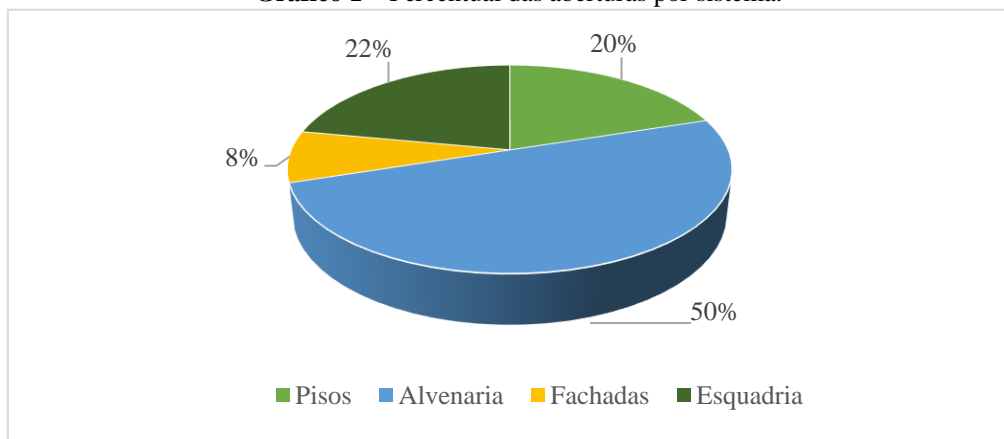
Após a análise dos dados obtidos e de acordo com as orientações e conteúdo dos autores pesquisados, foi proposto técnicas de recuperação da estrutura, assim como a correção das fissuras encontradas na alvenaria, que foram propostas de acordo com a sua configuração, espessura da abertura e sua atividade.

## 5 RESULTADOS E ANÁLISES

Nesta seção, estão apresentadas as discussões acerca das fissuras encontradas, baseadas na revisão bibliográfica, com a finalidade de caracterizá-las e detectar seus agentes causadores.

Durante as vistorias, pode-se observar a grande incidência de aberturas como fissuras, trincas, fendas e rachaduras em diversos locais. Foram verificadas em torno de 62 aberturas distribuídas em toda a edificação, encontradas em diferentes elementos da construção como na alvenaria, pisos, pilares e esquadrias.

**Gráfico 1** – Percentual das aberturas por sistema.

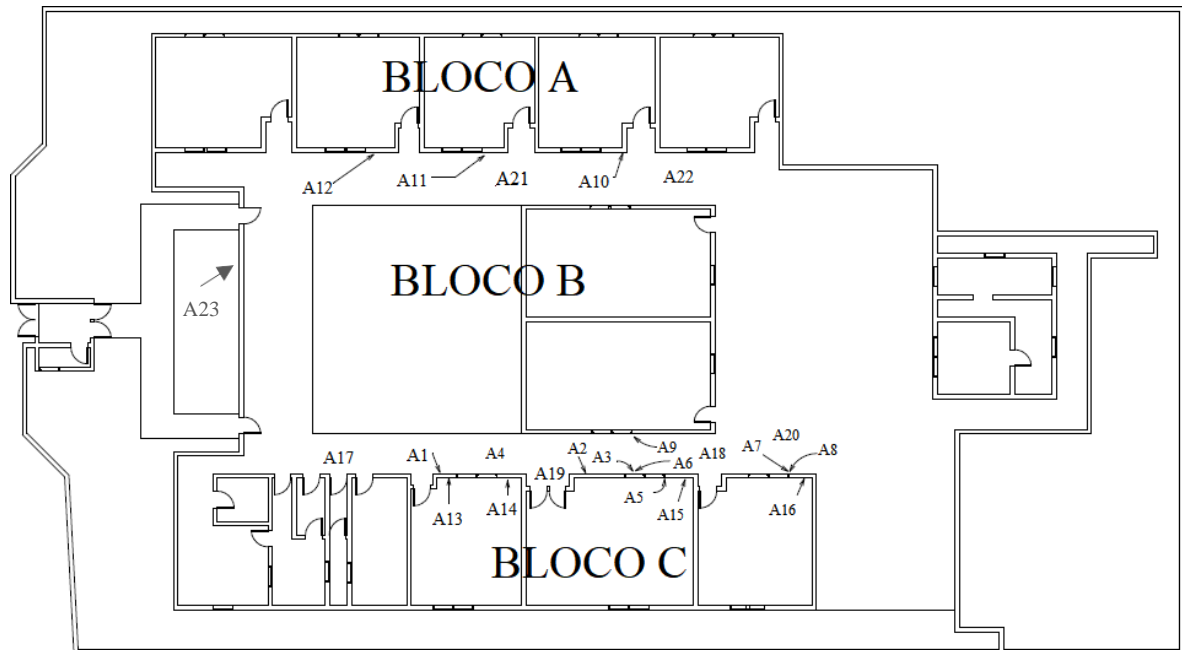


**Fonte:** Autoria própria (2022).

O Gráfico 1 apresenta o percentual das manifestações das fissuras encontradas na instituição em cada sistema, logo pode ser observado que o sistema construtivo que apresenta a maior ocorrência de aberturas foi nas alvenarias com 50% do total, e o de menor incidência foi na fachada com apenas 8%.

A escolha das aberturas para fazer os ensaios e caracterizá-las se deu através das diferentes formas e tamanho na qual foram escolhidas 23 aberturas em locais diferentes para obter o máximo de origem e causas possíveis dessas manifestações patológicas e as demais tinham configurações semelhantes das escolhidas. Esses problemas estão indicados na Figura 31 através de um croqui da instituição onde mostra a sua localização.

**Figura 31** - Croqui de localização das aberturas.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

É perceptível que a maior incidência de aberturas foi encontrada no Bloco C, que atualmente está isolado e seu uso não está sendo permitido. As aberturas nomeadas como A4, A17, A18, A19, A20, A21 E A22 estão localizados no piso. As nomeadas por A1, A2, A10 A12, A13, A15 e A16 encontram-se nas alvenarias e por fim, A3, A6, A7, A8, A9, A11 e A14 localizam-se próximo as esquadrias. E a abertura nomeada como A23 está localizada na fachada.

## 5.1 ABERTURAS OBSERVADAS

Ao primeiro contato visual na instituição de ensino é possível perceber a grande incidência de fissuras. Para realização do estudo e melhor organização, as aberturas foram classificadas e agrupadas de acordo com a sua espessura.

Algumas imagens foram editadas para realçar as fissuras e obter melhor visualização. A original será colocada ao lado para devidas comparações.

### 5.1.1 Aberturas próximo as esquadrias

Observou-se que em quase todas as esquadrias de alumínio e vidro foram encontradas fissuras de caráter diagonal e vertical no canto superior ou inferior.



- *Aberturas verticais*

Na Figura 32 é possível visualizar uma abertura que se prolonga verticalmente, com espessura de 6,70 mm classificando-se, como uma fenda. Na Figura 33 a abertura é mais inclinada tendo espessura de 4 mm, sendo, portanto, uma rachadura.

**Figura 32** - Fenda vertical sob os vãos de abertura.



**Fonte:** Aatoria própria (2022).

**Figura 33** - Rachadura vertical sob os vãos de abertura.



**Fonte:** Aatoria própria (2022).

A fenda apresenta uma abertura considerável e é perceptível que houve uma ruptura do elemento da alvenaria ou da argamassa de assentamento, onde ocorreu a separação das duas partes de forma visível e findou comprometendo a função de vedação.

**Origem** – pela falta de uma investigação geotécnica preliminar, ausência de ensaios de qualidade do solo como o de sondagens à repercussão que pode fornecer as características do tipo de solo do local que será realizada a construção.

**Causa provável** – devido a sua configuração apresentada verticalmente que partem ou estão próximas das esquadrias, podem ser causadas por alguns fatores como a sobrecarga nas aberturas ou recalque causado pelas fundações sobre aterros executados sem o devido controle e técnica adequada.

A abertura inferior da Figura 34 inicia-se com espessura de 4 mm e se prolonga em direção ao piso com espessura 2,5 mm e a abertura superior mediu a espessura de 3,5 mm, ambas classificando-se como rachadura.

**Figura 34** - Rachadura vertical sob os vãos de abertura.



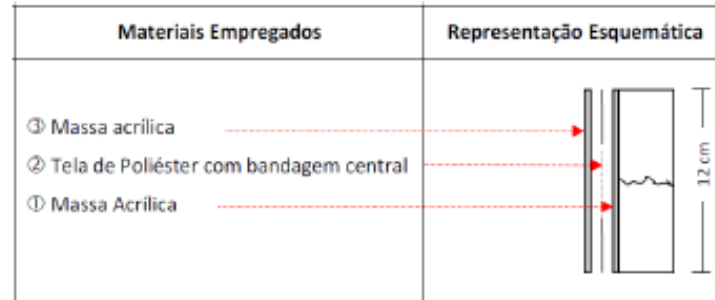
**Fonte:** Autoria própria (2022).

O solo natural abaixo do aterro pode se deformar, assim como as fundações executadas sobre ele. Enquanto o solo não se estabilizar, ocorrerá que toda a estrutura sobre ele irá se movimentar até ocorrer a estabilização completa do solo. Junto com esse movimento surgirão aberturas em toda a instituição causadas pelo recalque observado.

**Conduta a ser seguida** – as aberturas precisam ser observadas para verificar se estão ativas ou inativas. A melhor medida corretiva para as aberturas ocasionadas pelo recalque a ser feita é preencher as rachaduras com material adequado graute ou resina epóxi, ou ainda pode reforçar com a tela poliéster, como mostrado na Figura 35, caso elas estejam inativas. O graute é mais adequado para fissuras com abertura maior que 2 mm e a resina epóxi é utilizada no preenchimento de aberturas menores de 2 mm. Depois de utilizado o material adequado, pode ser feito um novo revestimento. Caso apareça mais fissuras, trincas ou

rachaduras em uma mesma alvenaria, o mais indicado seria a construção de uma nova alvenaria.

**Figura 35** – Reparo com uso da tela poliéster.



**Fonte:** Sahade, Machado e Cavani (2013).

Foram encontradas aberturas próximo a outras esquadrias em locais distintos da instituição com o mesmo comportamento da supracitada, seguindo a mesma origem, causa e conduta a ser seguida, apresentada na Figura 36.

**Figura 36** - Rachadura vertical sob os vãos de abertura.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

Na Figura 37 pode-se observar que dentre as outras aberturas de mesma configuração, essa se destaca por se apresentar de forma mais evidente, ocorrendo até o deslocamento de algumas pastilhas e a remoção da pintura e reboco com o seu prolongamento verticalmente. Sua espessura em A7 medindo 3,0 mm e A8 medindo 4,0 mm, sendo classificadas como rachadura.

Foi identificada também uma abertura na mesma proporção apresentada na Figura 38, na qual foi classificada como rachadura por ter espessura de 4 mm.

**Figura 37 - Rachadura vertical sob os vãos de abertura.**



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Figura 38 - Rachadura vertical sob os vãos de abertura.**



**Fonte:** Autoria própria (2022).

- *Aberturas inclinadas*

Em outras esquadrias, as aberturas observadas apresentam outra configuração, são inclinadas e partem do canto inferior e superior. Na Figura 39 as duas aberturas possuem 0,4 mm e 0,5 mm de espessura, classificando-se como fissura. Já na Figura 40 as aberturas possuem 0,8 mm de espessura e classificam-se como trinca.

**Figura 39** - Fissuras inclinadas no canto superior e inferior das esquadrias.



Fonte: Autoria própria (2022).

**Figura 40** - Trincas inclinadas no canto superior e inferior das esquadrias.



Fonte: Autoria própria (2022).

**Origem** – falha de execução da obra, pois ao instalar as esquadrias as vergas e contravergas podem estar ausentes ou até mesmo mal dimensionadas. Pode ter ocorrido também falha no projeto na qual esses elementos não tenham sido considerados na sua elaboração.

**Causa provável** – semelhantes as aberturas encontradas no trabalho de Zanzarini (2016), ocasionadas pela movimentação higroscópica e sobrecargas nas aberturas. Devido também a ambas sofrerem ausência de componentes estruturais como verga e contravergas.

É imprescindível a utilização desses elementos de reforço em locais que contenha aberturas, como portas e janelas, pois esses elementos evitam a concentração de tensões nos vértices sendo que a alvenaria suporta certa compressão mas não resistem a tração. Logo quando contém cargas ali localizadas a alvenaria não resisti e causa o aparecimento dessas aberturas.

A norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 15812-2 (ABNT, 2010) define a execução de vergas de portas e janelas e contravergas em janelas podem ser executadas com canaletas preenchidas de graute e armadura, as peças de acordo com as especificações do projeto podem ser pré-fabricadas ou pré-moldadas. Thomaz *et al.* (2019) recomenda que a execução das vergas contravergas ultrapasse pelo menos 1/5 com relação a largura do vão da janela, em paredes de longa dimensão é aconselhável que se utilize cintas de amarração intermediária para melhoria da estabilidade das vedações.

**Conduta a ser seguida** - a medida que melhor se aplica a situação é abrir e preencher as fissuras com epóxi, essa medida é devido as aberturas terem espessuras pequenas e não estarem ativas. Porém a melhor medida para garantir que não apresente novamente fissuras seria a abertura de espaços na alvenaria sob as esquadrias para inserir vergas e contravergas devidamente dimensionadas para suportar as cargas atuantes.

#### 5.1.2 Aberturas observadas nos pisos

Foram registradas aberturas em diversos lugares e de vários tipos no piso da instituição e um fenômeno caracterizado como abaulamento, como pode ser observado nas Figuras 41, 42 e 43.

**Figura 41** - Fenômeno de abaulamento encontrado no piso em frente aos laboratórios.



**Fonte:** Autoria própria (2022).



**Figura 42** - Fenômeno de abaulamento encontrado no piso próximo a sinalização de incêndio.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Figura 43** - Fenômeno de abaulamento evidente na área de circulação.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Origem** – pela expansão do subsolo ou colapso do revestimento, podendo ser acompanhadas por trincas na alvenaria.

**Causa provável** – se deu devido ao recalque das estruturas, quando o solo não foi aterrado de maneira correta causando uma deformação quando submetido a cargas, causando esse afundamento no piso e ocasionando o surgimento de trincas nas paredes.

**Conduta a ser seguida** – neste caso, a solução é a retirada de todo o piso granilite que apresenta esse fenômeno, após a retirada será necessário a regularização do contrapiso junto com a laje de impermeabilização e então instalar um novo piso granilite.

Como visto no trabalho de Freitas, Dias e Santos (2019), tem-se que retirar todo o piso danificado e remover todo o solo com cerca de 7,5 cm de profundidade, logo após deve-se fazer

a compactação. Em toda a área que foi feita a compactação adiciona-se agregado graúdo com altura de 3,5 cm e aplica-se o contrapiso, por fim faz-se o assentamento do novo piso granilite.

Na Figura 44 é perceptível que existe uma abertura entre o solo e piso além de outras aberturas que foram classificadas como rachaduras pela sua espessura ter 3,50 mm, ainda se observou aberturas com as mesmas configurações nas Figuras 45 e 46, sendo a última bem perigosa pois atinge um elemento estrutural, o pilar.

**Figura 44** - Aberturas entre piso e solo.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Figura 45** - Aberturas entre piso e solo no pilar.



**Fonte:** Autoria própria (2022).



**Figura 46** - Aberturas entre piso e parede.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Origem** – pela falta de estudo adequado do solo e sua interação com a estrutura ou a má execução do aterro juntamente com a compactação do mesmo.

**Causa provável** – fundação inadequada para o tipo de terreno na qual foi construída e como não teve estudo do solo, a falta de compactação correta fez com que o solo não suportasse o peso da instituição, deformando-se. O solo tende a se estabilizar, levando toda a estrutura sobre ele se movimentar causando o afundamento do piso, ocorrendo o recalque observado.

**Conduta a ser seguida** – neste caso, a ação é mais complicada por se tratar de algo tão importante que sustenta a edificação, que é o solo e fundação. Esse bloco da instituição, inclusive já está interditado, sendo necessário acompanhar o desenvolvimento dessas rachaduras, fazendo medições periódicas e ensaios para afirmar se essas manifestações estão ativas ou inativas.

Ao realizar os ensaios devidos, caso a rachadura esteja ativa é necessário o estudo do solo na qual a edificação está localizada e após uma avaliação mais profunda, escolhe-se a conduta mais adequada. Para então iniciar o processo de reforço estrutural, estabilização do recalque, alívio de cargas se caso for necessário e por fim a solução para preenchimento das aberturas.

Contudo, de acordo com Santos (2014), tendo sua causa principal o recalque de fundações e constatado que ainda há possibilidade de movimentação, nenhum método de reparo será eficaz, ou seja, a rachadura continuará em movimentação e não vai parar até estar completamente estabilizada.

Caso o recalque já esteja estabilizado, ou seja, as rachaduras estiverem inativas, deve ser realizado o processo de fechamento com grampos de fixação.

Em outros lugares foram observados aberturas próximo a junta de dilatação do piso granilite, como mostrado nas Figuras 47, 48 e 49.

**Figura 47** - Trincas observadas próximo a juntas de dilatação do piso granilite.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Figura 48** - Trincas observadas próximo a juntas de dilatação do piso granilite.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Figura 49** - Trincas observadas próximo a juntas de dilatação do piso granilite.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Origem** – pela má execução das juntas de concretagem do piso, que pode ter sido intensificada pela ausência de uma camada de dessolidarização entre o revestimento ou base.

**Causa provável** – se deu pela solidarização dos revestimentos em granilite aderido ao substrato. Como visto no resultado do trabalho de Figur (2015), houve perturbações no granilite e substrato ocorrendo tensões entre eles fazendo com que surgissem fissuras.

**Conduta a ser seguida** – com a abertura já estabilizada, não havendo mais possibilidade do seu aumento, pode ser usado a resina epóxi. Essa resina tem a função de ao entrar em contato com um agente catalisador endurece e se torna uma superfície sólida e rígida, fechando as aberturas no local que for utilizada.

Em algumas partes do piso granilite da instituição, já foi realizada manutenção utilizando a resina epóxi para o fechamento da abertura, que ainda está intacta, provando sua eficácia, como apresentado na Figura 50.

**Figura 50** - Trincas observadas próximo a juntas de dilatação do piso granilite.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

No entanto, nas aberturas que se encontram ativas, o uso da resina epóxi não demonstrou ser eficaz, rompendo-se e abrindo as rachaduras novamente, como mostrado nas Figuras 51 e 52.

**Figura 51** - Rachaduras com rompimento da resina epóxi.



**Fonte:** Autoria própria (2022).



**Figura 52 -** Rachaduras com rompimento da resina epóxi.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

### 5.1.3 Aberturas na alvenaria

Na alvenaria da edificação foram observadas inúmeras aberturas com diferentes formas e tamanhos, com configurações inclinadas, transversais e horizontais, possuindo distintos mecanismos causadores.

- *Aberturas transversais e inclinadas*

Nas Figuras 53, 54 e 55. Essas aberturas possuem partes horizontais e se prolongam de forma transversal, a primeira com espessura de 3 mm, classificando-se como rachadura e as outras duas de 1,5 mm sendo consideradas como trinca.

**Figura 53 -** Rachadura transversal na alvenaria.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Figura 54** - Trinca transversal na alvenaria.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Figura 55** - Rachadura transversal na alvenaria.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Origem** – supõe-se que se deu pela falta de estudo do solo na qual foi feita a fundação e pode ter ocorrido também um dimensionamento inadequado dos elementos estruturais que não suportou o peso da instituição. Assim como falhas na hora de executar os processos iniciais, como aterro e compactação.

**Causa provável** – as aberturas com essas configurações podem ter sido causadas por diversos fatores, como retração ou compressão da laje, por flexão de elementos estruturais, sobrecargas, porém o fator que mais colaborou para essa manifestação está relacionada a recalque diferencial, como demonstra Zanzarini (2016) em seu trabalho.

Um dos processos de extrema importância em uma construção civil é o corte, aterro, terraplanagem e compactação pois é no solo que será exposto uma carga muito grande. Todo solo tende a se deformar, contudo em proporções menores ou maiores. Ao ser projetado

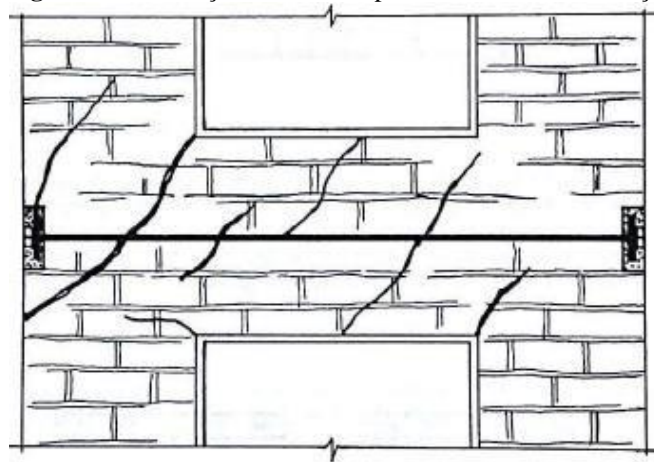
qualquer edificação juntamente com o estudo do solo, são calculadas essas deformações, que se forem de maior intensidade, o solo não suportará e provocará movimentação na edificação.

Neste caso, conhecendo a edificação que tem em torno de 4 anos de construção, uma composição de fatores influenciou na edificação construída. De acordo com funcionários da instituição que acompanharam a obra, no processo de aterramento houveram muitas falhas e o material era de péssima qualidade, fazendo com que esse processo gerasse erros futuros, como é o caso da ocorrência do aparecimento das aberturas em toda a construção.

**Conduta a ser seguida** – o caso de recalque é o mais complicado para solucionar, pois está em risco toda a estrutura da instituição. Se por acaso o solo ainda não estiver estabilizado, as aberturas só irão aumentar e será ineficaz qualquer medida corretiva. Se não ocorrer de maneira natural, faz-se necessário a aplicação de técnicas de reforço das fundações ou de estabilização.

Caso esteja estabilizado, e ocorrendo fissuras generalizadas como é esse o caso, Thomaz (1989) propõe que à utilização de tirantes de aço se faz necessário, pois os tirantes são capazes de transmitir os esforços através de placas chumbadas na superfície da argamassa, posicionados de forma perpendicular em direção das fissuras, como ilustrado nas Figuras 56 e 57.

**Figura 56** - Reforço de alvenaria portante com tirante de aço.



**Fonte:** Thomaz (1989).

**Figura 57** - Reforço de alvenaria com tirante de aço.



**Fonte:** Thomaz (1989).

Ainda segundo Thomaz (1989), o esforço que será gerado pelo tirante deve ser transmitido à alvenaria através das placas de aço instaladas e apoiadas na superfície de regularização que contém a argamassa de cimento e areia, sendo o corpo e as extremidades rosqueadas do tirante, as placas de apoio e as porcas de fixação protegidas com argamassa aditivada de agente impermeabilizante.

- *Aberturas horizontais*

Outra configuração comum vista na edificação foram as aberturas horizontais próximo ao teto. Nas Figuras 58 e 59 pode-se observar esse tipo de abertura, na primeira sua espessura mede 3 mm e na segunda mede 3,5 mm, ambas se classificam como rachadura.

**Figura 58** - Rachadura horizontal próximo ao teto no laboratório.



**Fonte:** A autoria própria (2022).



**Figura 59** - Rachadura horizontal próximo ao teto.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

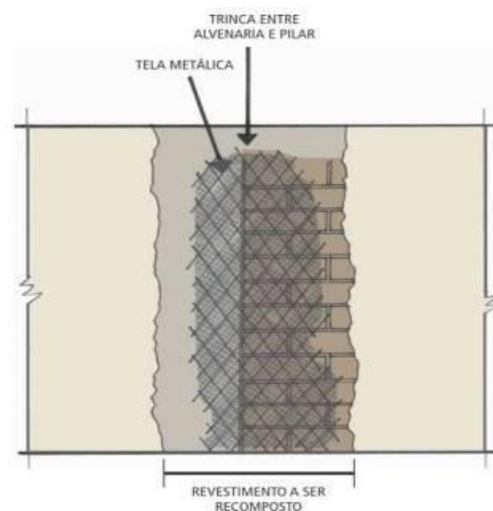
**Origem** – o aparecimento dessa rachadura se origina pela má execução do processo construtivo e material de baixa qualidade.

**Causa provável** – ausência de amarração da parede com a viga superior ou pleo adensamento da argamassa de assentamento.

**Conduta a ser seguida** – se tratando de uma rachadura inativa, caracterizando como superficial, o processo adequado a ser feito corrigir a rachadura com material específico. Remove todo o reboco da área afetada e faz-se o uso de resina epóxi para fechar a abertura, em seguida pode lixar para nivelar e reaplicar o reboco e fazer o acabamento com pintura.

Porém caso a rachadura se for profunda a medida corretiva adequada deve ser avaliada com bastante cuidado, pois pode afetar algum elemento estrutural da edificação podendo ser reparada com o reforço da estrutura, através de tela de metálica ou injeção do graute, mostrado na Figura 60.

**Figura 60** - Reforço com tela metálica.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

- *Aberturas mapeadas ou disseminadas*

Em um dos laboratórios, pode-se observar a existência de várias aberturas próximas, classificada como fissuras mapeadas ou disseminadas, ocorrendo uma variedade de tamanho das espessuras. Como mostra a Figura 61, as aberturas iniciam-se próximas do teto e se prolonga na alvenaria em várias direções causando até deslocamento das pastilhas, remoção da pintura e reboco.

**Figura 61** - Aberturas disseminadas em várias direções.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Origem** – originadas devido a falhas de projeto ou execução e ausência da averiguação correta do tipo de solo para instalação das fundações.

**Causa provável** – pode-se observar que a maioria das aberturas tem características transversais, indicando uma variedade de agentes causadores como, flexão de elementos estruturais, retração ou variação térmica em lajes. Contudo, baseado no trabalho de Zanzarini (2016), a causa provável dessas aberturas se dá pelo recalque diferencial já visto em outras aberturas dessa intuição.

**Conduta a ser seguida** – como já observado em outras aberturas, a medida corretiva a ser seguida é injetar um material aderente e resistente como a resina epóxi ou graute, caso as fissuras estejam passivas. Caso apresente uma abertura maior pode-se instalar a tela metálica. Se a abertura ainda estiver ativa, deve dar início ao processo de estabilização do solo e recalque juntamente com o reforço das fundações e alívio de carga. Escolhendo sempre a melhor conduta para ser aplicado em cada caso. Para o caso de recalque, pode ser considerado a construção de uma nova alvenaria.

- *Aberturas na fachada*

Na Figura 62 mostra-se várias aberturas em várias direções identificadas na fachada da instituição, essas fissuras são expostas tanto à insolação constante como a umidade causada pelas chuvas.

**Figura 62** - Aberturas disseminadas em várias direções.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

**Origem** – pela retração da argamassa devido a baixa qualidade do material usado na obra ou material preparado de forma incorreta.

**Causa provável** – esse tipo de fissura geralmente tem várias causas como, retração plástica, retração por secagem, retração química ou retração térmica. O uso excessivo da água ou a pouca quantidade de água na preparação de produtos fazem com que o material seja preparado de forma incorreta, por consequência pode causar retração do material, ou seja, esse material irá reduzir o volume e surgirão aberturas na alvenaria.

**Conduta a ser seguida** – neste caso, para fechar as aberturas deve ser realizado a aplicação de sistemas de impermeabilização para impedir a infiltração. É necessário a restauração da pintura acrílica e substituição do revestimento. Por estar em um local de maior incidência de sol e chuva, essas fissuras são consideradas ativas, pois podem se romper novamente devido a variação térmica.

De todas as fissuras analisadas, o caso mais grave encontrado foram as rachaduras causadas por recalque das fundações, presentes em maior parte da instituição. Por consequência o Bloco C que é constituído de laboratórios já estava interditado pela apresentação da enorme incidência de fissuras.

## 5.2 CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE DE ATIVIDADES DAS FISSURAS

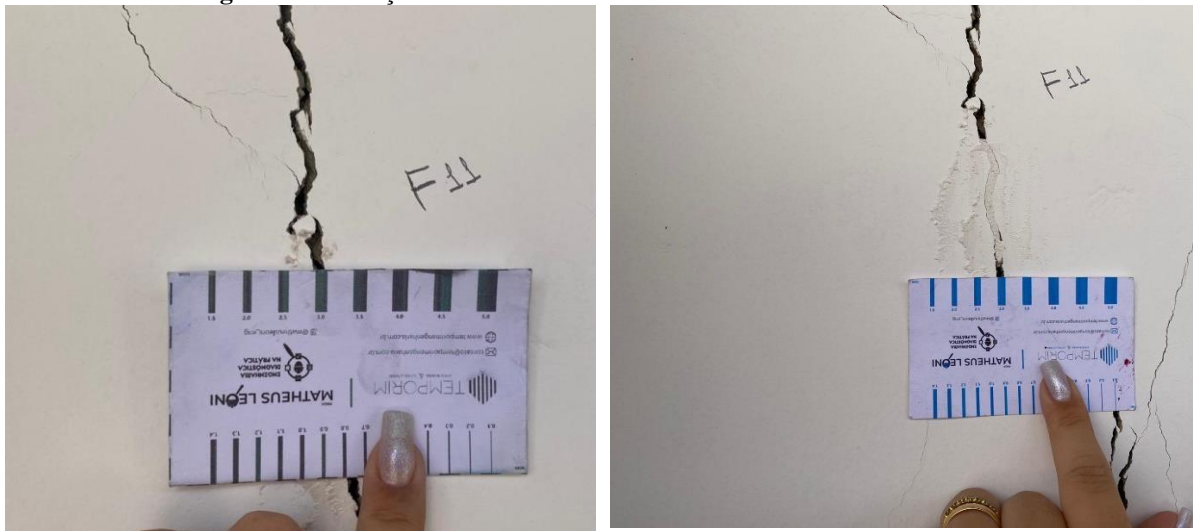
Para obter as medidas corretivas e as terapias mais adequadas para a recuperação da edificação, é imprescindível que se obtenha informações completas sobre os mecanismos responsáveis pela causa e origem das manifestações patológicas analisadas.

O comportamento das mesmas diante das alterações impostas pelo meio como variações térmicas, presença da umidade, recalques diferenciais sem estabilizar, entre outros, também influencia diretamente no comportamento das fissuras.

Todos esses mecanismos agem de forma significativa nas aberturas, por essa razão tem-se que avaliar todas com muita cautela. Um dos fatores de extrema importância no caso das aberturas originadas na edificação é o fato de saber se elas ainda possuem algum tipo de movimentação ou se já estão estabilizadas.

Essa verificação se deu pelo método de dois ensaios. O primeiro ensaio foi através do uso do fissurômetro, nos momentos da visita *in loco* foram feitas duas medidas com o fissurômetro, como demonstrado na Figura 63. No primeiro dia de visita foi feita a primeira medida e ao decorrer de 23 dias foram feitas novas medidas para verificar se houve alguma movimentação das aberturas, estão expostas na Tabela 1, assim como sua classificação.

**Figura 63** - Medição das aberturas com o fissurômetro em dois momentos.



Fonte: Autoria própria (2022).

**Tabela 1 - Monitoramento das aberturas.**

<b>Acompanhamento das aberturas</b>				
<b>Nome</b>	<b>Local</b>	<b>1ª Visita - 19 de jan. Espessura (mm)</b>	<b>2ª Visita - 10 de fev. Espessura (mm)</b>	<b>Classificação</b>
A1	Bloco C	2,00	2,00	Trinca
A2	Bloco C	0,40	0,40	Fissura
A3	Bloco C	3,00	3,00	Rachadura
A4	Piso	3,50	3,50	Rachadura
A5	Bloco C	2,50	2,50	Rachadura
A6	Bloco B	6,70	8,50	Brecha
A7	Bloco C	3,00	3,00	Rachadura
A8	Bloco C	4,00	4,00	Rachadura
A9	Bloco B	4,00	4,00	Rachadura
A10	Bloco C	1,40	1,40	Trinca
A11	Bloco C	3,00	3,00	Rachadura
A12	Bloco C	6,70	6,70	Fenda
A13	Bloco C	3,00	3,00	Rachadura
A14	Bloco C	3,50	3,50	Rachadura
A15	Bloco C	3,50	3,50	Rachadura
A16	Bloco C	3,00	3,00	Rachadura
A17	Piso	3,50	3,50	Rachadura
A18	Piso	4,00	4,00	Rachadura
A19	Piso	5,00	5,00	Rachadura/Fenda
A20	Piso	3,50	3,50	Rachadura
A21	Piso	3,00	3,00	Rachadura
A22	Piso	3,00	3,00	Rachadura

**Fonte:** Autoria própria (2022).

É perceptível pela Tabela 1, que as maiores incidências de aberturas são classificadas como rachaduras por ter sua espessura entre 1,5 mm e 5 mm. Pode-se observar ainda que mesmo com a quantidade de dias de intervalo entre as medições, não houve qualquer aumento visível de tais.

Vale salientar que essa medida com o fissurômetro não é 100% eficaz para identificar eventuais acréscimos das aberturas, pois caso seu aumento seja pequeno não é possível verificar a olho nu com tanta precisão.

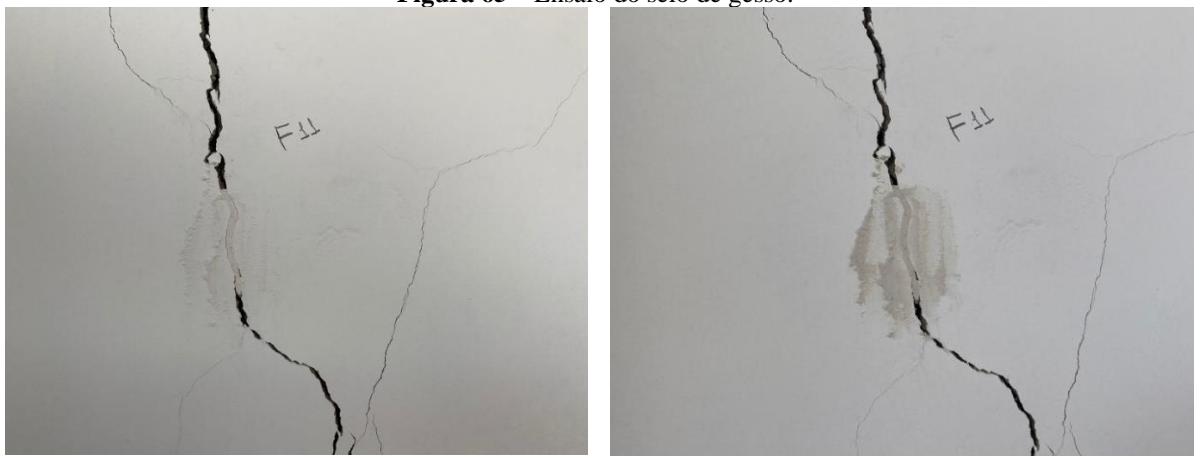
Nas Figuras 64 e 65 são demonstrados o ensaio para avaliar sua atividade, que foi realizada através do selo de gesso, com aplicação de uma massa produzida com água e gesso e inserida em algumas aberturas, para em seguida observar se o mesmo se rompe. Esse ensaio também teve o mesmo período que a medição feita pelo fissurômetro, 23 dias.

**Figura 64** – Ensaio do selo de gesso.



Fonte: Autoria própria (2022).

**Figura 65** – Ensaio do selo de gesso.



Fonte: Autoria própria (2022).

No ensaio realizado foram observados que não ocorreu rompimento do selo de gesso indicando que as fissuras de origem estrutural, como recalque do solo, estão estabilizadas. No entanto, as fissuras observadas na fachada que possivelmente são causadas por origem térmica, serão consideradas ativadas uma vez que a intensidade térmica não tenha sido suficiente para introduzir a tensão necessária para sua ruptura, assim escolhendo um material de maior resistência para sua recuperação.

## 6 CONCLUSÃO

Ao decorrer de sua vida útil, as edificações estão sujeitas a sofrerem de algum modo com as manifestações patológicas. O seu desenvolvimento prejudica as funções na qual a construção foi criada, tanto esteticamente como estruturalmente. Desse modo, se a construção não for executada de maneira correta, desde a fundação até o revestimento, as manifestações aparecerão na edificação em um curto período após seu término, como foi o caso estudado neste trabalho.

Conforme a revisão bibliográfica estudada, foi possível identificar diversas configurações das fissuras que podem surgir na edificação. De acordo com as formas e características pode-se ainda supor o mecanismo responsável pelo seu surgimento, sendo de extrema importância na identificação da causa, pois permite a terapia mais adequada a ser feita para restauração da edificação restabelecendo o seu desempenho.

Com as vistorias na instituição, constatou-se o surgimento das aberturas de fissuras, trincas e rachaduras, em diversos sistemas da edificação, como alvenarias, pisos, pilares, nos cantos das esquadrias, próximo a lajes, entre outras. Destacando as alvenarias com a maior incidência de fissuras apresentando 50% do total das manifestações observadas, em seguida as esquadrias com 22%, os pisos apresentaram 20% e de menor incidência nas fachadas com 8%. Nas quais foram possíveis descobrir as origens diversas, como falhas de projeto, falhas na execução, materiais de baixa qualidade, ausência do estudo de solo e fundações inadequadas.

As possíveis causas das aberturas observadas foram determinadas de acordo com a sua forma apresentada e origem. É nítido de fato, que a maior ocorrência dessas fissuras tem como sua causa principal o recalque diferencial da fundação, devido a um conjunto de fatores como a infraestrutura inapropriada para suportar esforços de cargas atuantes, assim como falhas no dimensionamento das fundações e falhas na execução da obra.

Nota-se ainda que não houve qualquer estudo da resistência do solo, fator determinante para a escolha correta das fundações, etapa importante visto que no terreno onde a obra foi executada ocorreu o processo de corte e aterro. Este terreno não possui nenhuma construção próxima, se tornando único edifício nessa área, aumentando a probabilidade de erro para a questão da falha nos processos construtivos iniciais.

Essas manifestações patológicas aparecem de forma agressiva mesmo sendo uma edificação construída recentemente, o que comprova falhas no momento da execução, falhas estruturais e de projeto. Essa situação traz desconforto aos usuários, que necessitam dessa



instituição para ter uma educação de qualidade, assim como a preocupação com a segurança dos mesmos, visto o risco que a instituição se encontra, e ainda acarreta gastos extras com reformas e reparos ao longo da vida útil da edificação.

A identificação das causas é essencial para o processo de reforço e recuperação da construção, sendo importante para executar as medidas corretivas aqui estudadas e serem aplicadas de forma eficiente, de modo que reestabeleça a funcionalidade e desempenho da edificação. A fiscalização deve ser eficiente e controlar a qualidade dos materiais utilizados na obra, assim a resolução dessas patologias ocorrerá de maneira eficaz.

Com os resultados obtidos, é perceptível que todas as etapas da construção são de suma importância, desde o início como a elaboração do projeto, estudo do solo, determinação da fundação adequada, observando isso até a parte de revestimento. Não podendo deixar de lado a importância da manutenção periódica e adequada em toda vida útil da edificação.

Dessa forma, os objetivos propostos por essa pesquisa foram alcançados visto que, foi possível realizar a análise das aberturas encontradas na instituição e posteriormente caracterizá-las, indicando suas origens, causas e possíveis conduta a serem seguidas para correção dos problemas. Proporcionando para a comunidade acadêmica mais uma literatura de qualidade.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Ilídio F. **Manifestações patológicas em empreendimentos habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural**: uma análise da relação de causa e efeito. 2008. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17357/000714642.pdf?sequence=1&isAllowed=y17357/000714642.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 jan. 2022.

ANDRADE, Paloma Raquel Silva de.; SILVA, Leila Brito da; SOTERO, Camila da Silva. Estudo de patologias em uma residência térrea. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, Ed. 10, Vol. 17, pp. 158-172. Outubro de 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/residencia-terrea>. Acesso em: 20 jan. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 15812 - 2**: Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos. Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 16747**: Inspeção predial — Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. R. L.; **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de textos, 2019.

BRAGA, Natália Maria Teixeira. **Patologias nas construções**: trincas e fissuras em edifícios. 2010. 94p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS9AAJ74/1/monografia\\_final\\_natalia\\_braga.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS9AAJ74/1/monografia_final_natalia_braga.pdf). Acesso: 05 mar. 2022.

CAMADURO JR, Ismael W; ZATT, Patrícia J. R. Um estudo sobre fissuras em concreto armado em Maringá, PR. 6p. *In*: Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura de Maringá, 1. Maringá, 2000.

CAPORRINNO, Cristiana Furlan. **Patologia em alvenaria**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CASOTTI, Denis Eduardo. **Causas e recuperação de fissuras em alvenaria**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade de São Francisco, Itatiba, 2007, 80p. Disponível em: [https://www.academia.edu/24722505/CAUSAS\\_E\\_RECUPERA%C3%87%C3%83O\\_DE\\_FISSURAS\\_EM\\_ALVENARIA](https://www.academia.edu/24722505/CAUSAS_E_RECUPERA%C3%87%C3%83O_DE_FISSURAS_EM_ALVENARIA). Acesso em: 20 jan. 2022.

CORRÊA, Bruna dos Santos; SHIH, Heloisa Helena Oliveira Martins. Gestão da obra pública: uma análise comparativa dos aditivos de valor e de prazo entre duas instituições federais de ensino. **Revista Gestão Universitária na América Latina - Gual**, Florianópolis-SC, v. 12, n. 3, p. 130-150, 2 set. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/1983-4535.2019v12n3p130>. Acesso em: 11 dez. 2021.

CORSINI, Rodnei. Trinca ou fissura? **Téchne**. São Paulo: PINI, p.160, jul. de 2010. Disponível em: [https://www.academia.edu/29245558/Trinca\\_ou\\_fissura\\_T%C3%A9chne](https://www.academia.edu/29245558/Trinca_ou_fissura_T%C3%A9chne). Acesso em 20 jan. 2022.

DIAS, Ana Paula Lourenço; AMARAL, Ingrid Aparecida Rocha do; AMARANTE, M. dos S. Patologias das construções: trincas, fissuras e rachaduras. **Revista Pesquisa e Ação**. Mogi das Cruzes-SP, v. 7, n. 1, p. 65-80, 2021. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/930?articlesBySameAuthorPage=2>. Acesso em: 15 fev. 22.

DO CARMO, Paulo Obregon. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – Rio Grande do Sul, 2003.

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

FERNANDES, Eduardo Soares; MACIEL, Igor Ramos. **Avaliação de manifestações patológicas em revestimento de piso cerâmica com deslocamento generalizado**: estudo de caso. 2016. 40p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2016. Disponível: <https://repositorio.ucb.br:9443/jspui/bitstream/123456789/8204/1/EduardoSoaresFernandesTCCGRADUACAO2016.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2022.

FREITAS, Jordhan Henrique nunes de; DIAS, Vitor Patrício Soares; SANTOS, Isabella Christine de Paula. **Levantamento das manifestações patológicas em edificações na cidade de Rio Verde- GO**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - **Universidade** de Rio Verde, Goiás, 2019. Disponível em: [https://unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/Levantamento%20das%20manifesta%C3%A7%C3%B5es%20patol%C3%B3gicas%20em%20edifica%C3%A7%C3%B5es%20na%20cidade%20de%20Rio\(1\).pdf](https://unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/Levantamento%20das%20manifesta%C3%A7%C3%B5es%20patol%C3%B3gicas%20em%20edifica%C3%A7%C3%B5es%20na%20cidade%20de%20Rio(1).pdf) Acesso em: 19 fev. 2022.

FIGUR, Neusa Eliana. **Manifestação de patologias construtivas**: estudo de caso em obras públicas executadas em não conformidade com as normas técnicas. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15700>. Acesso em: 22 jan. 2022.

FONSECA, Eliana Amorim C. **Fissuras, trincas, causas, prevenções e terapia em edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Edificação – Excelência construtiva e anomalias) -Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/bitstream/handle/10899/184/Eliana%20Amorim%20Coutinho%20Fonseca1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jan. 2022.

- GIL, A. M. *et al.* Análise das manifestações patológicas em uma edificação do patrimônio histórico por meio de termografia infravermelha e inspeção visual – estudo de caso. *In:* Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas – CINPAR, 11°. **Anais** [...]. Porto Alegre-RS, 2015.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOVERNO DO ESTADO DA PARAIBA (João Pessoa) (org.). **Em Joca Claudino:** João Azevêdo entrega escola e assina convênio para obras de pavimentação. 2018. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/noticias/em-joca-claudino-joao-azevedo-entrega-escola-e-assina-convenio-para-obras-de-pavimentacao>. Acesso em: 18 nov. 2021.
- GUERRA, Rui Serafim. **Clube do concreto:** concreto e pré-fabricado de concreto. 2003. Disponível em: <http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/09/ferramenta-fissuometro-como-operar-xx.html>. Acesso em: 15 fev. 2022.
- GRIMM, C. T. **Masonry Cracks:** cause, prevention and repair. Masonry International, BMB, v. 10, n.3, p.66-67, 1988.
- HELENE, Paulo R. Do Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 2ª ed., 1992.
- HELENE, Paulo R. Do Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Red Rehabilitar, 2003.
- HOLANDA, Maria Júlia de Oliveira. **Técnicas preventivas e de recuperação de estruturas de Concreto**. 2015. 47p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DO PARANÁ – IBAPE-PR. **Inspeção e manutenção predial**. Série de cadernos técnicos da Agenda Parlamentar, Paraná, 2016. Disponível em <https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/inspecao-e-manutencao-predial.pdf>. Acesso em 13 dez. 2021.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **General principles on the design of structures for durability**, ISO 13823. London, 2008.
- MARCOLINO, Laryssa Dantas; REIS, Layane Pereira. Fissuras, trincas e rachaduras em edificações residenciais unifamiliar: estudo de caso em Triunfo-pb. *In:* Congresso Internacional do Meio Ambiente e Sociedade – CONIMAS, 1°. **Anais**. Cajazeiras, Paraíba, 2019.
- MEDEIROS, João Vitor Fragoso de. **Levantamento das manifestações patológicas nas escolas municipais de Cajazeiras – PB:** estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologias da Paraíba, *Campus* Cajazeiras, 2019.
- MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando. **Patologia das fundações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- MONTEIRO FILHA, Dulce Corrêa; COSTA, Ana Cristina Rodrigues da; ROCHA, Érico

Rial Pinto da. **Perspectivas e desafios para inovar na construção civil.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 31, p. 353-410, mar. 2010.

NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma:** Inspeção dos sete postos de saúde. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo sul Catarinense, Santa Catarina, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/151/1/Daniel%20Nazario.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.

NASCIMENTO; Francisco Paulo; SOUSA, Flávio Luís Leite. **Metodologia da pesquisa científica:** teoria e prática – como elaborar TCC. Brasília: Thesaurus, 2016.

OLIVEIRA, Alexandre Magno de. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações.** Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9A3GCW/1/monografia\\_esp\\_2012\\_1\\_th.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9A3GCW/1/monografia_esp_2012_1_th.pdf). Acesso em: 11 jan. 2022.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **Levantamento de causa de patologias na construção civil.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, ago. 2013.

OLIVEIRA, L.C. de; MAZER, W.; MEDEIROS, A. Monitoramento de fissuras e trincas combinado com teste de carga em uma residência unifamiliar construída sem projetos de engenharia. *In:* Congresso Brasileiro de Patologia da Construções – CBPAT, 2018. **Anais.** Disponível em: <http://www.ibapepr.org.br/wp-content/uploads/cbpat2018-monitoramento-de-fissuras-e-trincas-combinado-com-teste-de-carga-em-uma-residencia-unifamiliar-construida-sem-projetos-de-engenharia-leonardo-covatti.pdf>. Acesso em: 25 de jan. de 2022.

PELACANI, Valmir Luiz. **Responsabilidade na construção civil.** Curitiba, CREA-PR, 2010. (Caderno do CREA-PR – nº7 – Responsabilidade na construção civil, 142 p.).

PEREIRA, Caio. **Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil.** 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sistemas-construtivos/>. Acesso em: 11 nov. 2021.

PINA, Gregório Lobo de. **Patologia nas habitações populares.** Trabalho de Conclusão de curso- (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. **Metodologia da pesquisa aplicável às ciências.** Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática. São Paulo: Atlas, p. 76-97, 2006.

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

SAHADE, Renato Freua. **Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação.** Dissertação (Mestrado em Habitação) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2005.

SAHADE, Renato Freua; MACHADO, Luciana Varella; CAVANI, Gilberto de Ranieri. Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em revestimentos de vedação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 10., 2013, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: Univ. Federal do Ceará, 2013. 15 p.

SANTOS, Guilherme Veloso dos. **Patologias devido ao recalque diferencial em fundações**. Trabalho de Conclusão de curso - (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2014.

SENA, Gildeon Oliveira de; NASCIMENTO, Matheus Leoni Martins; NABUT NETO, Abdala Carim. **Patologia das construções**. Salvador: 2B Ltda, 2020. 256 p.

SILVA FILHO, L.C. P da; HELENE, P. **Análise de estruturas de concreto com problemas de resistência e fissuração**. Rio Grande do Sul: IBRACON, 2011.

SILVA A. P., JONOV C.M.P. **Curso de especialização em construção civil**. Departamento de engenharia de materiais e construção. Minas Gerais, 2011. (Notas de Aula). Disponível em: [http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest\\_%20Pat\\_2016.pdf](http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest_%20Pat_2016.pdf). Acesso em: 23 dez. 2021.

TERREZO, Victória Bassi da Silva. **Fissuras em edificações: causas e tratamentos**. Trabalho de Conclusão de curso - (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/214496>. Acesso em: 12 jan. 2022.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação**, 1989. Editora: Pini, Escola politécnica da Universidade de São Paulo: IP.

THOMAZ, E.; MITIDIER FILHO, C. V.; CLETO, F. R.; CARDOSO; F. F. **Código de práticas nº 1: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009.

TRINDADE, Diego dos Santos. **Patologias em estrutura de concreto armado**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

TUTIKIAN, B; PACHECO, M. Inspección, diagnóstico y pronóstico em la construcción civil. **Revista Alconpat**. Mérida, México, 2013.

ZANZARINI, José Carlos. **Análise de causa e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural** – estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, 2016.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastianini. **Patologias da construção civil: Investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no vale do Taquari/RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário Univates, Lajeado, Rio Grande do Sul, 2015.

WATANABE, Roberto Massaru. **Trincas**. 2000. Disponível em: <http://www.ebanataw.com.br/roberto/trincas/trincas.htm>. Acesso em: 12 fev. 2022.