



UNIVERSIDADE TIRADENTES - UNIT  
GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

MATEUS ARAGÃO DE SOUZA  
WILLIAM FRANKLIN DOS SANTOS

ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM COLÉGIO ESTADUAL NO MUNICÍPIO DE NOSSA  
SENHORA DO SOCORRO-SE

ARACAJU/SE

2018

MATEUS ARAGÃO DE SOUZA  
WILLIAM FRANKLIN DOS SANTOS

ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM COLÉGIO ESTADUAL NO MUNICÍPIO DE NOSSA  
SENHORA DO SOCORRO-SE

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Universidade  
Tiradentes como um dos pré-  
requisitos para obtenção do grau de  
bacharel em Engenharia Civil no  
período de 2018.2

Orientador: Prof. Msc. Bruno Almeida  
Souza

ARACAJU/SE

2018

MATEUS ARAGÃO DE SOUZA  
WILLIAM FRANKLIN DOS SANTOS

ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM COLÉGIO ESTADUAL NO MUNICÍPIO DE NOSSA  
SENHORA DO SOCORRO-SE

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Universidade  
Tiradentes como um dos pré-  
requisitos para obtenção do grau de  
bacharel em Engenharia Civil no  
período de 2018.2

Orientador: Prof. Msc. Bruno Almeida  
Souza

Aprovado em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Msc. Raquel Alves Cabral Silva  
Universidade Tiradentes – **UNIT**

---

Prof. Msc. Robson Rabelo de Santana  
Universidade Tiradentes – **UNIT**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por ter nos dado força e saúde durante toda esta caminhada.

Aos nossos pais, pelo amor, carinho, paciência, ensinamentos e não por nunca ter medido esforços para que nós pudéssemos ter a oportunidade de estudar.

A todos os nossos familiares e amigos por depositarem confiança e todo o apoio.

Ao corpo docente da Universidade Tiradentes, pelos ensinamentos durante a nossa formação acadêmica, sempre de forma atenciosa.

Ao nosso orientador Bruno Almeida, pela disposição de sempre nos orientar da melhor forma possível.

E por fim, a todos que de certa forma contribuíram para nossa formação acadêmica.

## RESUMO

O trabalho apresenta um estudo de caso sobre manifestações patológicas, e mostra a importância da identificação e do conhecimento dos sintomas, mecanismos, causas, origens e consequências, resultando na formação de um diagnóstico para o problema. A pesquisa realizada envolveu: vistoria “in loco” a fim de coletar dados e realizar registro fotográfico das manifestações patológicas recorrentes na unidade escolar. Classificar os tipos patológicos tipo fissura, trinca, rachadura e deslocamento, vistoriados conforme literatura específica. Definir as possíveis causas. Propor uma conduta adequada com métodos mais eficazes para solucionar as manifestações patológicas a fim de recuperar a estrutura. No decorrer da pesquisa, observou-se que o deslocamento e a rachadura foram as patologias mais encontradas, as fases de origem mais identificadas foi do tipo adquirida que ocorre durante o período de vida útil, construtiva e causadas por sobrecargas, principalmente devido a falta de manutenção, má qualidade de execução e materiais utilizados, e exposição ao meio ambiente. A proposta de conduta para recuperação definitiva foi planejada levando-se em consideração as causas do problema, objetivando com o reparo, cessar ou reduzir as causas detectadas. Devido ao fato que esta edificação passa por longos períodos sem manutenção, espera-se que o trabalho apresentado sirva de alerta, para a necessidade de intervenção, e contribua para a qualidade das obras públicas.

**Palavras-chave:** Fissuras; Trincas; Rachaduras; Deslocamento.

## ABSTRACT

The paper presents a case study on pathological manifestations, and shows the importance of identification and knowledge of symptoms, mechanisms, causes, origins and consequences, resulting in the formation of a diagnosis for the problem. The research involved: "in loco" survey in order to collect data and perform photographic record of the recurrent pathological manifestations in the school unit. To classify the pathological types such as cracks, cracks, crack and displacement, inspected according to specific literature. Define the possible causes. To propose an adequate conduct with more effective methods to solve the pathological manifestations in order to recover the structure. In the course of the research, it was observed that displacement and crack were the most frequent pathologies, the most identified phases of origin were of the type acquired during the useful life, constructive and caused by overloads, mainly due to lack of maintenance, poor quality of execution and materials used, and exposure to the environment. The proposal of conduct for definitive recovery was planned taking into account the causes of the problem, aiming at the repair, cease or reduce the causes detected. Due to the fact that this construction goes through long periods without maintenance, it is expected that the work presented serves as an alert, for the need for intervention, and contributes to the quality of public works.

**Keywords:** Fissures; Trincas; Cracks; Displacement.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
1.1. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	13
1.2. OBJETIVOS.....	13
1.2.1. OBJETIVO GERAL.....	13
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
2.1. HISTÓRIA DE ALVENARIA .....	15
2.2. ORIGEM DA PATOLOGIA.....	16
2.3. PATOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	17
2.3.1. CAUSAS DAS PATOLOGIAS.....	18
2.3.2. DIAGNÓSTICOS E PROGNÓSTICO PARA OS FENÔMENOS PATOLÓGICOS.....	20
2.3.3. SINTOMAS DAS PATOLOGIAS NAS CONSTRUÇÕES.....	21
2.3.4. TIPOS DE PATOLOGIAS .....	22
2.3.5. MÉTODOS DE TRATAMENTO PARA MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS .....	22
2.4. FASE DE PROJETO .....	23
2.5. FASE DE EXECUÇÃO.....	23
2.6. FASE DE UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO .....	24
2.7. CUSTOS E OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO.....	25
2.8. DESEMPENHO E DURABILIDADE.....	26
2.9. FISSURAS .....	28
2.9.1. ESTUDO DE FISSURAS COM TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA .....	33
2.9.2. MÉTODOS DE REPARO PARA FISSURAS .....	34
2.10. CLASSIFICAÇÃO QUANTO A FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS ....	36
2.11. DESPLACAMENTO .....	37
2.12. OBRAS PÚBLICAS.....	37
2.12.1. PROCEDIMENTO PARA OBRAS PÚBLICAS.....	38
2.12.2. PRINCIPAIS IRREGULARIDADES EM OBRAS PÚBLICAS.....	39
2.12.3. ASPECTOS A SEREM OBSERVADOS NA FISCALIZAÇÃO DAS OBRAS .....	40
2.12.4. PROCEDIMENTOS DE ROTINAS DE SERVIÇOS DA CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO DA EDIFICAÇÃO .....	40

3. METODOLOGIA.....	42
3.1. ESTUDO DE CASO REALIZADO EM ESCOLA PÚBLICA NA CIDADE DE NOSSA SENHORA DO SOCORRO-SE .....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	45
4.1. CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO.....	45
4.2. FISSURA .....	47
4.3. TRINCA.....	52
4.4. RACHADURA .....	56
4.5. DESPLACAMENTO .....	62
4.6. CONDUTA ADEQUADA PARA CORREÇÃO DAS PATOLOGIAS ENCONTRADAS.....	71
5. CONCLUSÃO.....	75
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	76

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lei da Evolução dos Custos para reparos em edificações em função do tempo .....	26
Figura 2 - Fissuras verticais e horizontal causadas por sobrecarga.....	29
Figura 3– Fissuras por movimentação térmica.....	30
Figura 4 – Fissuras superficiais de retração.....	30
Figura 5 - Fissura em alvenaria.....	31
Figura 6– Fissuras em edificações por recalques diferenciados .....	32
Figura 7– Umidade ascendente .....	33
Figura 8 - Fissuras avaliadas com a termografia em um prédio histórico. ....	34
Figura 9 - Alternativas para escolha do método corretivo. ....	35
Figura 10 – Fluxograma para levantamento e diagnóstico de manifestações patológicas. ....	42
Figura 11- Localização com imagem de satélite do Colégio. ....	44
Figura 12 - Entrada do Colégio. ....	44
Figura 13 - Planta baixa do colégio com localização das patologias.....	46
Figura 14- Fissura encontrada na sala de aula 06 .....	48
Figura 15 – Fissura encontrada na entrada da sala de aula 06 .....	48
Figura 16 – Fissura encontrada na entrada sala de aula 07 .....	49
Figura 17 – Fissura encontrada na sala de aula 02 .....	50
Figura 18 – Fissura encontrada na área externa.....	50
Figura 19 – Fissura encontrada na área externa.....	51
Figura 20 - Fissura encontrada na sala 02.....	51
Figura 21 - Fissura encontrada na quadra poliesportiva .....	52
Figura 22 - Trinca encontrada no Muro do Fundo.....	53
Figura 23 - Trinca encontrada no Muro do Fundo.....	53
Figura 24 - Trinca encontrada no muro externo na lateral do Colégio. ....	54
Figura 25 – Trinca encontrada no muro externo no fundo do Colégio. ....	54
Figura 26 - Trinca encontrada na área externa próximo a quadra. ....	55
Figura 27 – Trinca encontrada no pilar próximo a cozinha.....	55
Figura 28 – Trinca encontrada no piso próximo ao Hall de Acesso. ....	56
Figura 29 – Rachadura encontrada ao lado do oitavo pilar no muro da lateral externa do colégio.....	57
Figura 30 – Rachadura encontrada próxima ao décimo pilar do muro da lateral direita .....	57
Figura 31 – Rachadura encontrada na alvenaria externa da sala 06.....	58
Figura 32 – Rachadura encontrada na viga no pátio do colégio .....	58
Figura 33 – Rachadura encontrada no encontro do muro da lateral direita com o muro do fundo. ....	59
Figura 34 – Rachadura encontrada no muro do fundo (vista interna) .....	60
Figura 35 - Rachadura encontrada na sala de aula 02 .....	60
Figura 36 – Rachadura encontrada no muro do fundo no canto direito .....	61

Figura 37 – Rachadura encontrada no décimo pilar no fundo do colégio .....	62
Figura 38 – Desplacamento encontrado no décimo primeiro pilar na lateral direita do colégio.....	64
Figura 39 – Desplacamento encontrado no décimo quarto pilar na lateral direita do colégio.....	64
Figura 40 – Desplacamento encontrado no primeiro pilar na lateral esquerda do colégio próximo a quadra .....	65
Figura 41 – Desplacamento encontrado no terceiro e quinto pilar na lateral esquerda do colégio.....	66
Figura 42 – Desplacamento encontrado no nono pilar do muro da lateral direita. ....	66
Figura 43 – Desplacamento encontrado no encontro do muro da lateral direita com o muro do fundo .....	67
Figura 44 – Desplacamento encontrado no pilar próximo ao Hall de Acesso .....	67
Figura 45 – Desplacamento encontrado nos pilares próximo a Sala de jogos.....	68
Figura 46 – Desplacamento encontrado no pilar próxima a Caixa D'água.....	68
Figura 47 – Desplacamento encontrado nos pilares da área coberta do Pátio. ....	69
Figura 48 – Desplacamento encontrado no pilar próximo a sala 03.....	69
Figura 49 – Desplacamento encontrado no pilar próximo a Sala 02. ....	70
Figura 50 – Desplacamento encontrado na parte externa do muro da lateral esquerda .....	70

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1– Origem das patologias em diferentes etapas de concepção de uma edificação. ....	17
Gráfico 2 - Percentual de patologias encontradas.....	74
Gráfico 3 - Percentual dos locais onde foram encontradas as patologias.....	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Origem das patologias. ....	16
Tabela 2 - Classificação segundo espessura. ....	36
Tabela 3 – Classes de agressividade ambiental (CAA) .....	63
Tabela 4 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm .....	63
Tabela 5 – Tratamento para armaduras corroídas. ....	72
Tabela 6 - Números de Patologias Encontradas .....	73

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Ambrósio (2004), de acordo com o crescimento da população nos últimos anos, vem à necessidade do ritmo acelerado da construção civil, seja ela habitacional ou industrial, sendo gerado um grande avanço científico e tecnológico.

O tempo é um dos principais motivos quanto ao custo da obra, com isso as construtoras reduzem os investimentos na elaboração de projetos para acelerar execução, utilizam material de baixa qualidade e mão de obra desqualificada, sendo que os principais problemas tem origem na fase de planejamento e projetos (HELENE e PEREIRA, 2007).

De acordo com Prado (1998), é importante planejar antes de executar, iniciar o acompanhamento de sua execução, traçar seus objetivos e metas, visando o sucesso da obra, resolvendo problemas de hoje, preparando-se para encarar os problemas de amanhã, executando com segurança e qualidade, minimizando custos futuros.

Segundo Souza e Ripper (1998), o surgimento de problemas patológicos nas edificações geralmente está associado a falhas nas execuções de um dos processos da construção. Então acelerar a execução e planejamento de uma obra de forma desorganizada, visando aumentar os lucros, aumentaram também o índice de prejuízos futuros, portanto é importante realizar de maneira correta cada fase do processo construtivo, sendo assim serão diminuídos os riscos de surgimento de manifestações patológicas, diminuindo assim os custos com reparos futuros (SOUZA e RIPPER, 1998).

O uso da edificação pode ser interrompido por falta de manutenções e reparos periódicos que podem agravar as patologias. Conforme Santos (2015), estes atos fazem com que pequenas manifestações patológicas evoluam, transformando-se em ambientes insalubres, com aspecto estético não aceitável, trazendo a ideia de possível insegurança estrutural e de alto custo de recuperação. Segundo Lichtenstein (1986), a melhor forma de resolver o problema é no início do período patogênico, em que existem sintomas perceptíveis, superficial mais reversível.

As patologias nasceram praticamente lado a lado com a construção civil, ao decorrer do tempo as construções foram evoluindo e as patologias também, logo foi

percebida a necessidade de um estudo específico para cada uma delas, visando minimizar os prejuízos decorrentes nas edificações.

Neste Trabalho serão apresentadas e analisadas as manifestações patológicas em um colégio da rede estadual localizado no município de Nossa Senhora do Socorro e sugerir medidas corretivas e preventivas que possam aumentar sua durabilidade, ou seja, aumentar a sua vida útil.

## **1.1. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA**

Segundo Rios (2011), o ambiente escolar é como um espaço público onde crianças e adolescentes, estudantes de todas as idades, passam maior parte do seu tempo, sendo um dos lugares que possibilitam exercitar tal convívio. A estrutura física da escola, tal como sua organização e segurança, reflete muito na vida dos estudantes que ali passam diariamente.

Neste trabalho, aborda-se um estudo de caso com uma inspeção de problemas patológicos em uma obra pública, especificamente em um colégio da rede estadual, no município de Nossa Senhora do Socorro/SE. Com o intuito de identificar os problemas patológicos presentes para que possam ser estudados e propor técnicas de recuperação ou de minimizar os mesmos, buscando a segurança e vida útil da construção, de maneira que os resultados encontrados possam contribuir para a melhoria no processo construtivo de futuras obras públicas.

Diante desse cenário, neste trabalho foi escolhido o colégio da rede Estadual, com o propósito de colaborar para que esta unidade escolar receba o devido cuidado a fim de assegurar a satisfação e proteção de todos que a utilizam, pois o colégio está em funcionamento apesar das patologias aparentes.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GERAL**

Este trabalho tem como objetivo principal realizar vistoria “in loco” a fim de coletar dados para identificar, analisar e registrar fotografias de todos os tipos de manifestações patológicas encontradas em uma unidade escolar da rede Estadual

localizada no município de Nossa Senhora do Socorro/SE, posteriormente descrever métodos para sanar os problemas patológicos encontrados.

Realizar visita in loco no colégio e através dos registros fotográficos, analisar os tipos de patologias encontradas.

#### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Vistoriar “in loco” o Colégio Estadual Poeta José Sampaio no município de Nossa Senhora do Socorro/SE;
- ✓ Registrar tipos de patologias;
- ✓ Classificar o grau de perigo da patologia;
- ✓ Propor soluções aos problemas encontrados;

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. HISTÓRIA DE ALVENARIA

A alvenaria de vedação e a estrutural, podem ser desenvolvidas através de blocos de concreto ou de cerâmica, porém, a de vedação apresenta o papel basicamente de resistir ao seu próprio peso, já a estrutural resiste à outras cargas e ações. Os blocos, junta de argamassa, graute e armadura que formam os componentes da alvenaria, devem aos requisitos mínimos para que possam ser utilizados conforme normas regulamentadoras (CORRÊA, 2003).

As primeiras alvenarias, em tijolo cerâmico seco ao sol ou em pedra, tinham grandes dimensões em suas obras magníficas, por não possuir conhecimento em procedimentos de cálculo e resistências dos materiais, ao longo dos séculos os construtores foram adquirindo prática (CAVALHEIRO, 1999).

Segundo Cavalheiro (1999), as estruturas em aço começaram a assumir o domínio das obras no final do século XIX, resultando no aproveitamento dos espaços perdidos, porém a utilização da alvenaria estrutural era mais predominante. As experiências e aperfeiçoamentos dos modelos matemáticos começaram a se intensificar nas décadas de 60 e 70, com intuito de criar projetos resistentes não somente a cargas estáticas e dinâmicas de vento, mais também a explosões e reformas como retiradas de paredes estruturais.

Entre os séculos XIX e XX, as paredes dos edifícios em alvenaria estrutural, foram construídas com espessuras excessivas, ocasionado a perda de espaço e menor velocidade na produção, gerando a baixa aceitação de grandes edificações de alvenaria estrutural, logo surgiu a alternativa de estruturas em concreto armado, assim tiveram pouca aplicação da alvenaria estrutural em edifícios durante um período de 50 anos (HENDRY, 2002).

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), o uso da alvenaria estrutural no Brasil teve início no século XVII, porém, demorou muito para se destacar, a mesma é analisada como método construtivo voltado para obtenção de edifícios mais econômicos e racionais. Através de métodos cientificamente comprovados e execução com padrões mais bem definidos, a alvenaria estrutural passou a ser tratada como tecnologia de engenharia, logo esse método construtivo se firmou

como alternativa eficiente e econômica para construção de edifícios, indústrias e residências.

Atualmente estão ocorrendo varias mudanças na área da construção civil procurando melhoria da qualidade na cadeia produtiva para o aumento da produtividade por meio de desenvolvimento de novas técnicas organizacionais e novidades tecnológicas. Algumas citações são: a elaboração e correção de normas técnicas, a redução de desperdício em canteiros de obras, o uso de recursos industriais e a criação de um recurso nacional de certificação (ABIKO & ORNSTEIN, 2002).

## 2.2. ORIGEM DA PATOLOGIA

Os problemas patológicos estão relacionados com o nível de rigidez no controle de qualidade executado nas diversas etapas, pois os defeitos podem ter origem em qualquer etapa do processo construtivo (CREMONINI, 1998).

Tabela 1 - Origem das patologias.

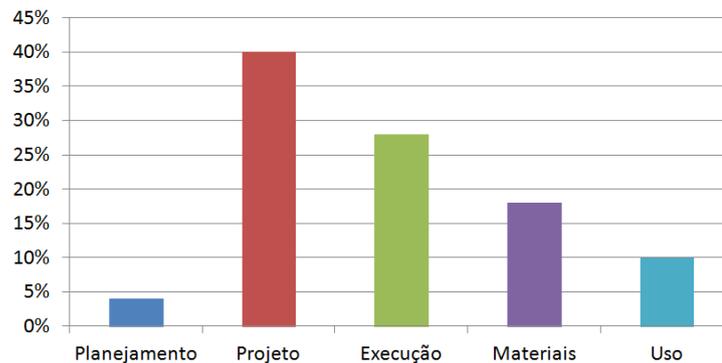
ORIGEM DAS PATOLOGIAS	
CONGÊNITA	São aquelas que surgem ainda na fase de projeto, e ocorrem pela falta de observação das Normas Técnicas, também por falhas e descuidos dos profissionais, que acabam tendo como consequência falhas no detalhamento e execução inadequada das construções.
CONSTRUTIVA	O surgimento dessas patologias está relacionado na etapa de execução da obra, e tem ocorrência no emprego de mão-de-obra desqualificada, materiais não certificados e ausência de metodologia para execução dos serviços.
ADQUIRIDA	Essas patologias aparecem durante a vida útil da edificação e são causadas pela exposição ao meio em que se inserem.
ACIDENTAIS	São as patologias causadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum.

Fonte: (PEDRO et al., 2002).

Acredita-se que os problemas patológicos tendem a evoluir, e agravarem ao passar do tempo. Quanto mais cedo as medidas preventivas forem tomadas, mais baratas, fáceis e duráveis serão (HELENE, 1992). Assim, necessita-se estabelecer diagnósticos, informando os tipos de manifestações patológicas, o grau de periculosidade e a urgência dos reparos necessários no empreendimento.

Helene (2003) aponta um levantamento da origem das patologias nas diferentes etapas de concepção de uma edificação conforme mostra o gráfico 1:

Gráfico 1– Origem das patologias em diferentes etapas de concepção de uma edificação.



Fonte: Adaptado de HELENE (2003, p. 25) pelo autor.

O intervalo que equivale entre a conclusão de uma construção e a manifestação de sua primeira patologia é denominado de vida útil (HELENE, 2001).

As manifestações patológicas podem ter diversas origens e resultarem de diferentes ações, podendo ser de caráter físico, químico ou mecânico. A maioria das anomalias patológicas são visíveis, e que, pelas suas características são possíveis determinar sua origem, podendo ainda determinar suas causas, seus sintomas e até mesmo diagnosticá-las com o propósito de revertê-las (OLIVARI, 2003).

### 2.3. PATOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Patologia, etimologicamente significa estudo da doença, sendo derivado do grego (pathos – doença, e logia – ciência, estudo). A patologia nas construções é análogo a Ciência Médica, pois estuda a origem, as formas de manifestação, as causas ou falhas que ocorrem nas construções (RIPPER et al.,1998; HELENE, 2002).

Segundo Corrêa (2010), patologias são todas as falhas, disfunção, defeito que altere a estética e funcionalidade da construção.

A patologia das estruturas é genericamente um novo campo da engenharia das construções que possuía função de estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas nos sistemas de degradação das estruturas (SOUZA e RIPPER, 1998).

Cánovas (1988) diz que:

“Patologia é a parte da engenharia que estuda os mecanismos, os sintomas, as causas e origens dos defeitos das obras. Em alguns casos, é possível se fazer um diagnóstico das patologias apenas através da visualização. Entretanto, em outros casos o problema é mais complexo, sendo necessário verificar o projeto, investigar as cargas a que foram submetidas as estruturas. Analisar detalhadamente a forma como foi executada a obra e, inclusive, como esta patologia reage diante de determinados estímulos. Dessa forma, é possível identificar a causa destes problemas, corrigindo-os para não se manifestarem novamente.”

Geralmente os fenômenos patológicos possuem como característica manifestações externas, a partir da qual se pode deduzir a origem, a natureza e os mecanismos dos fenômenos envolvidos. Devido a necessidades e cuidados que frequentemente são ignorados certas manifestações possuem maior incidência, seja no projeto, na execução, ou até mesmo, na utilização (HELENE, 2002).

O aparecimento de problemas patológicos em certas estruturas indica, de maneira geral, a existência de falhas durante a execução de uma das etapas da construção, além de apontar para falhas também no sistema de controle de qualidade próprio de uma ou mais atividades (SOUZA e RIPER, 1998).

A patologia na engenharia civil envolve a análise dos sintomas evidenciados pelos defeitos que se manifestam nas estruturas, busca sua origem e as prováveis causas e mecanismo de ação dos agentes envolvidos (SOUZA e RIPPER, 1998).

### 2.3.1. CAUSAS DAS PATOLOGIAS

As patologias nas edificações podem ser causadas por projetos inadequados ou mal detalhados, comprometendo a sua estrutura e ainda contribuindo para erros no processo construtivo. Segundo Roman et al. (2007, p 168), um bom projeto deve ser fundamentado em princípios básicos tais como:

- a) Verificar condicionantes do projeto;
- b) Objetivar o máximo de simetria;
- c) Utilizar modulação;
- d) Compatibilizar os projetos arquitetônicos com os demais projetos;
- e) Prever *shafts* para as tubulações, em caso de não ser possível o uso destes prever paredes que podem funcionar como vedação, utilizando-as para passagem de tubulações;
- f) Apresentar os detalhes construtivos de forma clara e objetiva;
- g) Usar escalas diferentes para planta e detalhes;
- h) Apresentar detalhes em escalas adequadas.

De acordo com Cremonini (1988), os indivíduos possuem semelhanças com os edifícios, em certas circunstâncias, adoecem por fatores internos e externos. Os fatores internos, ou endógenos, ocorrem devido a erros causados por falhas no projeto, na execução, mau uso, ou por envelhecimento natural; os fatores externos ou exógenos acontecem por ações de terceiros, voluntários ou involuntários, ocorrem por ações da natureza, fatores não previstos na execução da obra.

Os fenômenos patológicos podem ser causados por diversos aspectos, tais como o envelhecimento natural, acidentes, imprudência de profissionais e usuários que preferem utilizar matérias fora das especificações do projeto ou não realizam as manutenções necessárias, por razões financeiras, dentre outras (RIPPER e SOUZA, 1998).

Segundo Souza (1991), Moradia digna é um direito social assegurado pela constituição brasileira, então cabe ao Estado na questão habitacional garantir a comodidade dos cidadãos, deve promover políticas públicas com o intuito de retificar progressivamente os déficits e as inadequações herdadas do processo de produção das cidades brasileira.

Alguns grupos da população, são beneficiados com moradias, pelos projetos criados pelo governo com propósito de beneficiar os cidadãos, porém o governo prioriza quantidade ao invés da qualidade, partindo desse pressuposto esses programas utilizam materiais de baixa qualidade visando suprir as prioridades do governo, gerando assim edificações tendenciosas ao surgimento de patologias.

Para Oliveira (2012), as causas mais comuns do surgimento de patologias são as, Deficiência no cálculo da estrutura, má qualidade de materiais e componentes, má definição das cargas atuantes ou da combinação mais desfavorável das mesmas; Falta de compatibilidade entre os projetos, principalmente entre o estrutural e arquitetônico, detalhamento insuficiente ou errado dos projetos, deficiência na avaliação da resistência do solo, inexistência de controle de qualidade de execução, especificação inadequada de materiais e não capacitação profissional da mão de obra. Na maior parte dos casos os fenômenos patológicos não possuem apenas uma única causa e sim um vínculo entre duas ou mais causas.

### 2.3.2 DIAGNÓSTICOS E PROGNÓSTICO PARA OS FENÔMENOS PATOLÓGICOS

De acordo com Tutikian e Pacheco (2013):

“Para se efetuar um diagnóstico correto de uma manifestação patológica, faz-se necessário realizar, inicialmente, uma inspeção visual para se fazer uma coleta de dados, identificando todos os sintomas observados, assim como sua localização e intensidade. Muitas vezes, para um profissional experiente, a inspeção visual pode ser suficiente para se 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.”

Segundo Lichtenstein (1986), diagnóstico a situação é o entendimento dos fenômenos identificados das relações de causa e efeito que normalmente caracterizam um problema patológico em resumo, o objetivo do diagnóstico é entender os porquês e os como a partir de dados coletados.

Os sintomas possuem dinamismo, isto é, o diagnóstico de um problema patológico não pode ser algo imediatista, por tanto, a análise deve ser refeita algumas vezes, um fenômeno patológico pode estar de uma maneira em determinada fase, e logo depois pode estar apresentando características completamente diferentes (TUTIKIAN e PACHECO, 2013).

Segundo Lapa (2008), no seu trabalho Patologia, Recuperação e Reparo das Estruturas de Concreto, fala que depois de obter um diagnóstico adequado e antes de executar a escolha pelo melhor tipo de tratamento, o especialista na área deve

levantar hipóteses sobre as evoluções futuras do problema, o qual é denominado prognóstico, o mesmo irá designar a evolução da patologia, caso não sejam tomadas as medidas corretivas.

Lichtenstein (1986) destaca que:

Antes da definição de conduta propriamente dita a ser tomada a partir do diagnóstico, são levantadas as hipóteses de evolução futura do problema. Esse conjunto de hipóteses damos o nome de prognóstico [...] o prognóstico é multitemporal, devendo o técnico vaticinar, com base em determinados parâmetros, a evolução do caso ao longo do tempo.

Tutikian e Pacheco (2013), afirmam que, em função do prognóstico, o especialista define o propósito da intervenção, podendo ser, eliminar a enfermidade, impedir ou controlar sua evolução e não intervir de forma que no caso de não intervenção por determinado motivo, o especialista deve aferir o tempo de vida da estrutura, limitar sua utilização e quando necessário, recomendar a demolição, assim sendo que esta deve ser a última alternativa.

### 2.3.3. SINTOMAS DAS PATOLOGIAS NAS CONSTRUÇÕES

Segundo Lima (2012), para iniciar de forma correta um diagnóstico de manifestação patológica, o primeiro procedimento é realizar um *check list* de coleta de dados através de uma inspeção visual. Tal inspeção deverá distinguir todos os sintomas constatados, assim como sua localização e intensidade. Em certos casos, será necessário um procedimento mais específico como ensaios e análise dos projetos para se chegar a um diagnóstico de forma coerente.

De acordo com Tutikian e Pacheco (2013):

“Quando uma edificação fica “doente”, ou apresenta algum problema em sua integridade, podem surgir sinais externos, sintomas, indicando que algo não está correto [...] a sintomatologia se preocupa em estudar estes sinais com o objetivo de diagnosticar aquela manifestação ou problema patológico.”

Os problemas mais comuns nas edificações são os seguintes: fissuração, desagregações, deslocamentos, falhas de concretagem, deformabilidade excessiva,

manchas de umidade, bolor e/ou outros microrganismos, eflorescências, mau funcionamento de esquadrias, vibração excessiva, problemas de ventilação, mudanças de coloração (LIMA, 2012).

Segundo Oliveira (2012), as fissuras é um tipo de patologia comum, em uma edificação podem intervir na estética, na conservação e nas características estruturais da construção. De acordo com Thomaz (1989), a aparência das fissuras é particularmente importante, pois indicará potenciais problemas estruturais vistos a olho nu, envolve o desempenho da edificação e causa constrangimento psicológico aos usuários.

#### 2.3.4. TIPOS DE PATOLOGIAS

Existem diversos tipos de patologias que resultam em anomalias das estruturas como já citado acima, infiltrações, trincas, rachaduras, mofos, e sendo a mais comum às fissuras.

Os tipos mais comuns de fissuras nas alvenarias estruturais são as seguintes:

- a) Fissuras causadas por excesso de compressão;
- b) Fissuras causadas por variação de temperatura;
- c) Fissuras causadas por reações químicas;
- d) Fissuras causadas por retração e expansão;
- e) Fissura causada por deformações dos elementos estruturais;
- f) Fissuras causadas por erros de detalhes construtivos;
- g) Fissuras causadas por recalque das fundações.

#### 2.3.5. MÉTODOS DE TRATAMENTO PARA MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Para definir o procedimento, a princípio é feito o prognóstico das circunstâncias, ou seja, são levantadas hipóteses da tendência de futura evolução do problema e as possibilidades de intervenção acompanhadas dos respectivos prognósticos (LICHTENSTEIN, 1986).

Segundo Lapa (2008), após finalizar a fase de diagnóstico e prognóstico, o especialista passará para a fase de escolha das possíveis intervenções ao problema. Essas intervenções podem ser finalizadas sob três diferentes causas:

- Reparo: ação que consiste em consertar pequenos danos da estrutura;

- Recuperação: visa devolver à estrutura a desempenho original perdida.
- Reforço: tem por finalidade elevar o desempenho da estrutura.

## **2.4. FASE DE PROJETO**

Muitas falhas são possíveis de ocorrer durante a concepção da estrutura a ser utilizada, desde o estudo anterior para conferência da melhor estrutura a ser utilizada, na criação do anteprojeto até a formulação do projeto de execução (SOUZA e RIPPER, 1998).

A clareza dos projetos exibidos em desenhos é de alta importância (RIPPER, 1996). Logo entender um projeto errado durante a interpretação, ocasionara problemas na fase da execução, até mesmo um grave problema trazendo prejuízos para a obra.

De acordo com Pina (2013), a fase de elaboração de projeto, na qual a construção é projetada e servirá de base para todo o processo construtivo, é a etapa mais importante para a contribuição de exclusão de manifestações patológicas.

Segundo Pina, (2013), A etapa mais significativa para a contribuição do não aparecimento de manifestações patológicas é a fase da elaboração de projeto, na qual a edificação projetada para servir de base para todo o processo construtivo. Nessa fase que será definida toda a estrutura do projeto, tais como material que será empregado, as condições de exposição interna ou externa, o comportamento em uso do edifício após a construção, gerando garantias e confiabilidade para o empreendimento.

Segundo Helene (2003), estudos demonstram que, um elevado percentual das manifestações patológicas nas edificações se origina na fase de projeto e planejamento. Tais falhas geralmente são mais graves que as relacionadas a utilização de matérias de baixa qualidade ou fora das especificações exigidas no projeto e que aos erros nos métodos construtivos.

## **2.5. FASE DE EXECUÇÃO**

Na etapa de execução do projeto, os problemas geralmente estão relacionados à mão de obra despreparada, a falta de qualificação e treinamento dos colaboradores. Sendo assim é indiscutível a necessidade de treinamento dos

mesmos, Tendo em vista que a relação custo benefício seja relativamente essencial, o treinamento de equipes para a execução de serviços específicos do processo construtivo agiliza e minimiza as perdas de materiais. (SILVEIRA et al., 2002).

De acordo com Oliveira (2013):

Para obtenção de qualidade na execução de uma obra, é necessário o somatório de vários fatores, tais como: organização, planejamento, gerenciamento, segurança no trabalho e aplicação correta dos materiais. Para que isto se torne mais estável e rentável para a empresa que executará o serviço, é de suma importância registrar todos os procedimentos de execução e inspeção que ficará a cargo do engenheiro responsável.

Cremonini (1988) diz que na etapa de execução, é importante a necessidade de um controle de qualidade e gerenciamento dos processos construtivos, para não colaborar com problemas patológicos futuros, pois cabe aos profissionais fazer o controle dos materiais utilizados durante a execução e fiscalizar se os mesmos estão de acordo com especificado no projeto, e se estão sendo manuseados de forma correta sendo assim gerando o mínimo de perdas e insumos.

## **2.6. FASE DE UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO**

Para Souza e Ripper (1998), a falta de conhecimento técnico, o desleixo ou em questões financeiras ocasionam manifestações patológicas devido a manutenção inadequada, ou muitas vezes pela ausência total de manutenção. Um grande problema, de forma que a falta de investimentos aplicados em manutenções pode se tornar responsável por problemas graves nas estruturas das edificações, gerando gastos significativos e, no limite, ocasionar uma inevitável demolição da estrutura.

Segundo Souza e Ripper (1998), mesmo que todas as etapas de construção tenham ocorrido de forma eficaz, as estruturas podem apresentar problemas patológicos devido a má forma de utilização, ou da falta de um programa de manutenção adequado. Toda edificação necessita de inspeções para assegurar a qualidade final prevista na fase de projeto.

As manifestações patológicas começam a provocar danos e a ser mais evidentes principalmente na etapa de utilização da estrutura, gerando uma grande elevação nos custos das edificações (MAYS, 1992).

De acordo com a norma de reformas da ABNT (NBR 16280:2014):

“Toda obra que altere ou comprometa a segurança da edificação ou de seu entorno precisará ser submetida à análise da construtora/incorporadora e do projetista, dentro do prazo decadencial (a partir do qual vence a garantia). Após este prazo, exigirá laudo técnico assinado por engenheiro ou arquiteto e urbanista. E o síndico ou a administradora, com base em parecer de especialista, poderão autorizar, com ressalvas ou proibir a reforma, caso entendam que ela irá colocar em risco a edificação.”

De acordo com Azevedo (2011):

“O número de acidentes derivados de uso inadequado ou falta de manutenção, inclusive com perda de vidas humanas, apresentam um percentual alto. O autor ainda alerta para as principais causas desses acidentes, que decorrem principalmente do excesso de carga aplicada à estrutura. Evidenciando também outro fator que contribui muito para o aumento da taxa de acidentes na fase de utilização e manutenção que são as reformas sem acompanhamento técnico, que é quando proprietários e responsáveis pela edificação optam por fazer modificação ou utilizar a construção de forma diferente ao planejando, gerando graves consequências para a estabilidade do empreendimento”.

## **2.7. CUSTOS E OPORTUNIDADES DE INTERVENÇÃO**

Martins (2003) define custo como sendo também um gasto, porém relacionado a serviços ou bens utilizados na fabricação e outros bens ou serviços durante o processo produtivo, isto é, a questão base é sempre relacionar o termo custos aos gastos provenientes da fase de produção.

Nas indústrias, esses gastos são divididos em três grandes grupos: custos gerais de produção, materiais e mão de obra. No entanto na construção civil, esses custos são divididos em: custos indiretos, equipamentos, materiais e mão de obra (TCPO, 2010).

Segundo Faria (2010), custos diretos como sendo os custos dos recursos diretamente atribuíveis às obras e, em particular, às respectivas tarefas, como, por exemplo, tijolos, pedreiro e betoneira. Os custos indiretos são os custos associados ao cotidiano da empresa e que não são diretamente imputáveis às obras, assim

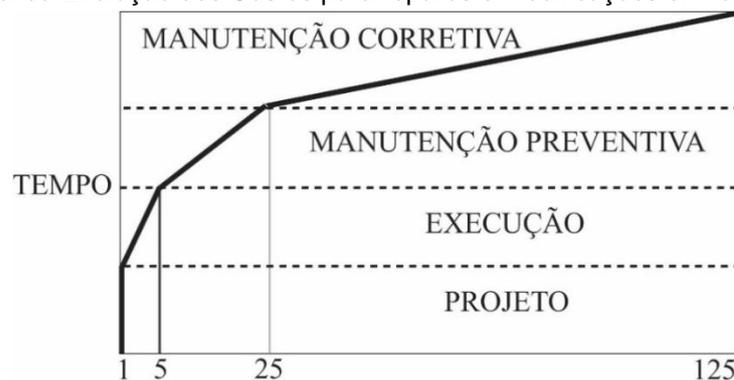
como, administração, salários de pessoal do escritório, e custos referentes ao funcionamento da sede.

Segundo Dal Molin (1988), a recuperação de uma estrutura após o término da construção da edificação gera um custo maior se comparado com algum tipo de intervenção em nível de projeto ou no processo de execução inicial. Diante do total investido para a construção de uma edificação, os custos de projeto variam de 3% a 10% desse valor.

Couto (2007) afirma que o fator de decisão entre ações de manutenção preventiva e ações corretivas como sendo o aspecto financeiro. No entanto, a prática tem comprovado que os custos de prevenção não são tão convincentes em relação aos custos de intervenção. De qualquer maneira, o que realmente se busca é aferir um comportamento satisfatório de uma edificação durante o período de vida útil determinado em projeto.

Segundo Daiha (2004), os custos para realizar uma intervenção na estrutura, para que esta atinja o nível de duração e proteção esperado, crescem exponencialmente quanto mais tarde for essa intervenção e que a evolução desse custo pode ser comparada com a de uma progressão geométrica de razão 5, conhecida por “Lei dos Cinco” ou regra de Sitter, como mostra a figura abaixo:

Figura 1 - Lei da Evolução dos Custos para reparos em edificações em função do tempo



Fonte: Adaptado de Freire (2010).

## 2.8. DESEMPENHO E DURABILIDADE

A ABNT (NBR 15575 – 2013) traz os seguintes conceitos dos termos técnicos: Desempenho é o comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas; Durabilidade é a capacidade da edificação ou de seus sistemas de

desempenhar suas funções, ao longo do tempo, sob condições de uso e manutenção específicas;

E vida útil segundo a NBR 15575 (2013):

Período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos considerando a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal e certificada), das operações de limpeza e manutenção, alterações climáticas e níveis de poluição no local da obra, mudanças no entorno da obra. As negligências no cumprimento integral dos programas definidos no manual de operação, uso e manutenção da edificação, bem como ações anormais do meio ambiente, irão reduzir o tempo de vida útil, podendo este ficar menor que o prazo teórico calculado como Vida Útil Projetada.

Conforme a Câmara Brasileira da Indústria da Construção:

Avaliar o desempenho de sistemas construtivos é um avanço para o setor e constitui o caminho para a evolução de todos que compõem a cadeia da construção civil, é preciso somar esforços para melhorar a qualidade das habitações brasileiras, otimizar o uso dos recursos, compatibilizar e, conseqüentemente, valorizar o projeto. (CBIC, 2013).

Segundo a norma técnica NBR 15575 (ABNT, 2013): O conceito de desempenho é voltado para a produção de edifícios e componentes que apresentem determinados requisitos durante suas vidas úteis. Durante período do processo de construção, para que sejam efetivadas as exigências e as normas técnicas vigentes, são determinadas tarefas a cada profissional envolvido no empreendimento.

Thomaz (1989) relata que:

“Designa-se então por desempenho, o comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas, este poderá variar de um local para outro e de um usuário para outro, variando em função das condições de exposição e do desenvolvimento do trabalho nas etapas de projeto, construção e manutenção, o desempenho irá acontecer conforme as condições de exposição dos elementos que compõem a edificação, tal exposição é tida como o conjunto de ações atuantes sobre a edificação, incluindo cargas gravitacionais, ações externas e ações resultantes da ocupação”.

Por causa do crescimento da construção civil, grande parte das estruturas apresentam desempenho insatisfatório em consequência de falhas involuntárias,

imperícias, má utilização dos materiais, envelhecimento natural, erros de projetos, enfim vários fatores colaboram para a deterioração da estrutura (ARIVABENE, 2015).

Conforme Lottermann (2013), “as patologias nas edificações são os principais problemas que danificam a vida útil das edificações e, entre todas as patologias, se destacam as estruturais”.

De acordo com Ripper e Souza (1998), pode se dizer ainda que, em relação ao desempenho das edificações, se em determinado momento da vida útil de certo elemento, este apresentar desempenho inaceitável, isso não quer dizer que ele esteja necessariamente condenado. A avaliação dessa situação talvez seja o objetivo maior da patologia das edificações, tendo em vista que esse seja o momento que requer intervenção técnica, de forma que ainda seja possível reabilitar a estrutura, retardando sua vida útil.

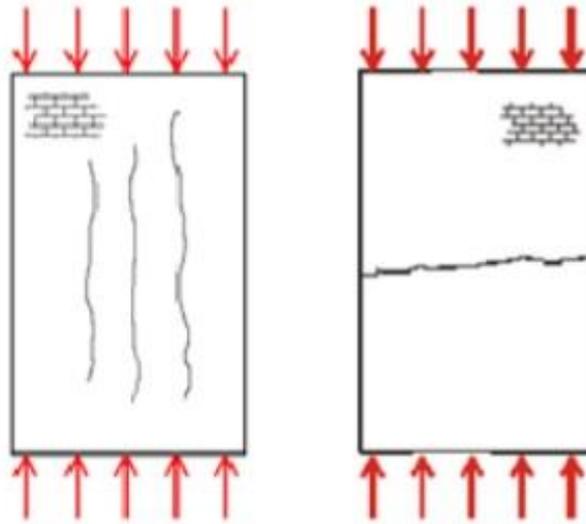
## **2.9. FISSURAS**

Segundo Duarte (1998), suas formas são predominantemente verticais, tendo como método de ruptura o surgimento de fissuras verticais por tração dos tijolos, resultante de esforços horizontais induzidos pela argamassa de assentamento, sujeito a sobrecarga axial.

Outras propriedades podem ser analisadas como fissuras horizontais, por esmagamento de junta de argamassa, ruptura dos componentes ou flexocompressão; e fissuras inclinadas a partir dos pontos de aplicação de carga ou encantos de abertura (DUARTE, 1998).

Ou seja, decorrente em alvenaria estrutural e tem diversos motivos a sua causa. As fissuras causadas por tensões de tração e compressão superiores à resistência do concreto têm ajustes bem definidas nas peças estruturais.

Figura 2 - Fissuras verticais e horizontal causadas por sobrecarga



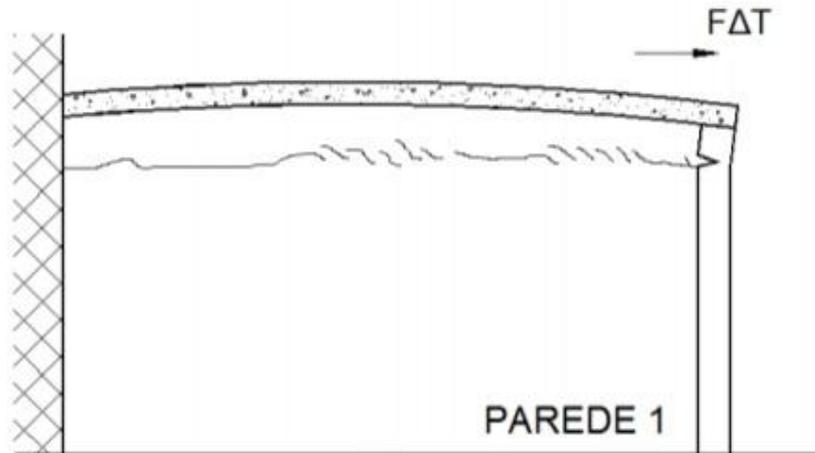
Fonte: (DUARTE, 1998 apud MAGALHÃES, 2004)

A presença de aberturas na alvenaria deve-se observa com bastante atenção. Os vértices das aberturas (janelas e portas) sofrem uma concentração de tensões, que pode superar a resistência do elemento de vedação. Assim, mesmo que a parede não suporte carregamentos estruturais, é possível que ocorram fissuras oriundas por sobrecarga na região dos cantos das aberturas (THOMAZ, 1989).

Segundo Marcelli (2007), as fissuras provocadas por reações químicas ocorrem principalmente em fachadas devido à infiltração provocada pelas chuvas. Essa patologia pode surgir em várias alturas e lugares distintos.

São vários os casos de fissuras e trincas geradas por este fenômeno, em diversas ocasiões é bem evidente em lajes de cobertura, a variação térmica ao longo do dia promove movimentações de expansão e retração nestas lajes e desta forma forçando as paredes adjacentes faz aparecerem fissuras na maioria das vezes na horizontal como mostra o esquema abaixo:

Figura 3– Fissuras por movimentação térmica



Fonte: (CASOTTI, 2007)

Segundo Oliveira (2012), as fissuras causadas por retração e expansão têm várias linhas, a partir de quaisquer produtos à base de cimento, por falta de processo de cura, relação fator água cimento, a retração é derivada pelo processo da falta de água, essa falta de água retrai o concreto dentro de sua natureza granulométrica.

Diversas fissuras na fachada (reboco ou pintada) que mostram uma tipográfica chamada de “mapas” que é bem evidente e classificada como por retração térmica. Muitas vezes o calor em excesso faz evaporar a água da argamassa recém-aplicada e desta forma retraíndo a massa como um todo, fissurando com esta temática, geralmente são superficiais e não apresentam problemas graves além de estéticos.

Figura 4 – Fissuras superficiais de retração



Fonte: (LARISSA FEREGUETTI, 2018)

As fissuras provocadas pela deformidade dos elementos estruturais são causadas pela deformação das estruturas de concreto, isso porque as armações se mexem gerando alteração que não podem ser acompanhadas pela estrutura de concreto e ou alvenaria, desta forma, introduz tensão de compressão, tração e cisalhamento, tendo como consequência as famosas fissuras ou até rupturas mais graves (THOMAZ, 1989).

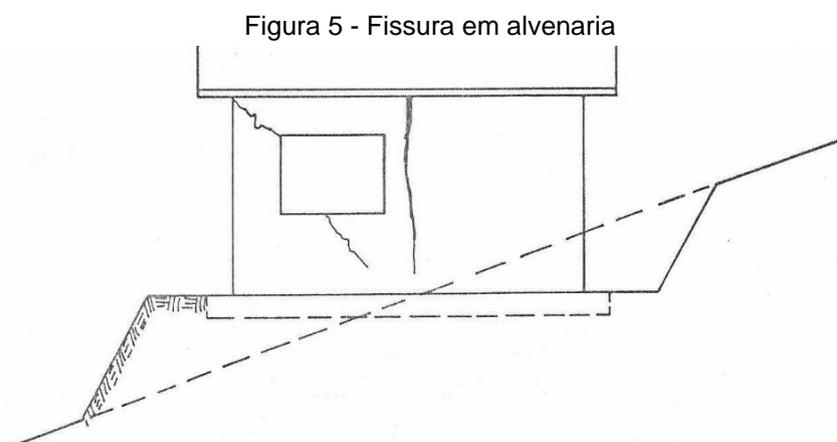
Fissuras ocasionadas por erros de detalhes construtivos relata que onde atuam movimentos higroscópicos tem maior incidência, ou seja, as áreas expostas com maior incidência de umidade. Esses erros são ocasionados por detalhes construtivos não sendo acusada alteração nas propriedades físicas dos materiais.

Segundo Calisto e Koswoski (2015), materiais tais como: madeira, calhas e tubos de queda, metálicos, falha na amarração, deficiência de assentamento e espessura de argamassas, e a falha de detalhamento do projeto são algumas das causas de fissuras posteriores.

Fissuras causadas por recalque das fundações, que surgem quando existem movimentações da fundação, geralmente originadas por falha da estrutura de fundação ou recalque do terreno (CALISTO e KOSWOSKI, 1998).

Dal Molin (1988) declara que as oscilações dependem de alguns fatores: Cargas de localização, sua altura e rigidez, Tipo de estrutura, eventual presença de aberturas e juntas, a magnitude, velocidade e distribuição dos recalques.

As fissuras e trincas nas paredes de alvenarias que decorrem de situações relativas ao solo onde a edificação está instalada, principalmente em imóveis de fundações rasas que ficam a mercê da acomodação do solo.



Fonte: (ERICO THOMAS, 2014)

Por a área de aterro não conseguir a mesma compactação que o terreno natural, a edificação tende a apresentar um recalque diferenciado onde a manifestação patológica ocorre em forma de trincas e rachaduras em ângulos de 45° e também é perceptível que próximo da linha neutra surja uma fissura vertical, mostrando o eixo de rotação do recalque gerando assim este destacamento.

Em diversos casos, empreendimentos de grandes pavimentos também podem sofrer este fenômeno por causa de recalques, igualmente aquelas que fazem fundações mais profundas, pois em algumas ocasiões encontram diferentes tipos de solos de modo que o recalque de cada fundação seja diferenciado, o efeito é semelhante com fissuras e trincas geralmente a 45° como mostra a figura subsequente. Nota-se que onde a fundação tem mais recalque (nas setas com sentido para baixo) as trincas tendem a serem maiores.

Figura 6– Fissuras em edificações por recalques diferenciados



Fonte: (FELIPE VIEIRA, 2017)

Algumas manifestações também podem ocorrer decorrentes de diversos fatores, por exemplo, a umidade do solo devido à falha ou ausência de impermeabilização no alicerce ou componente estrutural de fundação.

Figura 7– Umidade ascendente



Fonte: (LAZZARIN, 2018)

### 2.9.1. ESTUDO DE FISSURAS COM TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

Segundo Cunha (2016), uma técnica que vem sendo utilizada na engenharia é a termografia de infravermelho como inspeção não destrutiva, sendo fundamental para a manutenção preventiva das edificações. Tal método tem como princípio básico o alcance da radiação infravermelha emitida pelos corpos com intensidade proporcional a sua temperatura. A partir daí, é possível detectar pontos ou zonas onde a temperatura não está de acordo com um padrão pré-estabelecido ou conhecido e assim correlacionar com possíveis problemas que possam vir a ocorrer nas construções.

Paoletti *et al.* (2013) constataram o aparecimento de algumas fissuras na fachada de um prédio histórico de alvenaria de pedra, através da inspeção termográfica. Os autores concluíram que a extensão e alcance das fissuras foram determinadas somente através de uma análise precisa das imagens térmicas capturadas. Nesse caso, a ausência de argamassa nas juntas de algumas regiões dificultava a determinação do real alcance da fissura na inspeção visual. Na situação, as imagens térmicas foram realizadas durante o dia e as fissuras apareceram nos termogramas como áreas mais frias quando comparadas com as regiões vizinhas próximas a elas.

Figura 8 - Fissuras avaliadas com a termografia em um prédio histórico.



Fonte: (Modificada de Paoletti *et al.*; 2013)

De acordo com Freitas (2012), usou a termografia infravermelha para avaliação de fissuras em fachadas com revestimento de argamassa e pintura. Para isso, fez com que acontecessem imagens em diferentes horários do dia nas estações seca e chuvosa em uma edificação na cidade de Goiânia, GO. Aferiu, também, a temperatura superficial em vários pontos das quatro orientações das fachadas analisadas. Concluiu, por fim, que parte das fissuras levantadas pôde ser visualizada nos termogramas e que o período seco e o horário da tarde causaram maiores diferenças nas temperaturas superficiais, o que resultou em isotérmicas mais claras, possibilitando a obtenção de imagens que revelaram alguns dos problemas mapeados.

Dessa forma, pode-se concluir que a termografia infravermelha é uma técnica que vem sendo usada na avaliação de fissura expostas em revestimentos de argamassa, em superfícies de concreto e em paredes de alvenaria. Porém, a interpretação dos termogramas com essa patologia ainda é um pouco complexa, requer um olhar minucioso e atento às imagens geradas através do aparelho.

### 2.9.2. MÉTODOS DE REPARO PARA FISSURAS

De acordo com Duarte (1998):

“O primeiro passo a ser dado para se corrigir uma fissura é ter um completo entendimento de suas possíveis causas. Uma vez determinada a causa da fissura, através de um diagnóstico lúcido dos fatores que contribuíram para o surgimento dos defeitos, o passo seguinte é escolher um método de reparação adequado. Todavia, de nada adianta proceder a reparação se o



Segundo Chagas (2005), existe outro método de reforço e reabilitação em paredes de alvenaria estrutural bem utilizado, conhecido como injeção de graute ou resina epóxi expansiva. Equivale na injeção de resina epóxi, usada geralmente em menores aberturas (<2mm de largura) ou de graute de argamassa de cimento, utilizada geralmente em aberturas maiores. Visa preencher fissuras, trincas e os vazios existentes na alvenaria devido à sua deterioração física e química e/ou mecânica.

## 2.10. CLASSIFICAÇÃO QUANTO A FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS

Em função da largura de cada abertura surgida na superestrutura de uma edificação, Júnior (2006) faz a distinção apresentada na Tabela 00:

Tabela 2 - Classificação segundo espessura.

TIPO	CARACTERÍSTICA	ESPESSURA
Fissura	Abertura em forma de linha	Até 0,5 milímetro
Trinca	Abertura em forma de linha	De 0,5 milímetro até 1,0 milímetro
Rachadura	Abertura expressiva, proveniente de acentuada ruptura de massa	De 1,0 milímetro até 1,5 milímetro

Fonte: JÚNIOR (2006).

As trincas são aberturas mais profundas e acentuadas. O fator determinante para se configurar uma trinca é a “separação entre as partes”, ou seja, o material em que a trinca se encontra está separado em dois. Uma parede, por exemplo, estaria dividida em duas partes. As trincas são muito mais perigosas do que as fissuras, pois apresentam ruptura dos elementos, como no caso mencionado da parede, e assim podem afetar a segurança dos componentes da estrutura das edificações. (ARIVABENE, 2015).

As rachaduras têm as mesmas características das trincas em relação à "separação entre as partes", mas são aberturas grandes, profundas e acentuadas. São bastante pronunciadas e facilmente observáveis devido à amplitude da

separação. Para serem caracterizadas como rachaduras, essas aberturas são de tal magnitude que vento, água e até luz passam através dos ambientes. (LOTTERMANN, 2013).

## **2.11. DESPLACAMENTO**

O deslocamento do concreto é consequência do produto da corrosão do aço que ocupa volume maior que o metal original, causando tensões de tração no revestimento do concreto conforme relatado em entrevista por Thomas Carmona. (SACHS, 2015).

A disgregação, deslocamento ou esfoliação caracteriza-se pela ruptura e destacamento do concreto superficial, em especial, nas partes salientes da estrutura. Esse, geralmente, apresenta características originais de resistência, porém houve o deslocamento provocado por: deformações por cargas excessivas, expansão por corrosão de armaduras, congelamento de águas retidas, impactos, cavitação e expansão resultante da reação álcali-agregado. (PIANCASTELLI, 1997).

## **2.12. OBRAS PÚBLICAS**

De acordo com Altounian (2007), todas as construções, reformas, fabricações ou ampliações de algum bem público é denominado de Obra Pública. Quando a mesma é realizada pela própria entidade do órgão, ou da organização ou por meio de própria mão de obra é considerada forma direta, quando é executada por meio de licitações ou através de terceiros é considerado a forma indireta, existem vários tipos de contratação como:

a) **Empreitada Integral:** A mesma se dar do início ao final da execução do empreendimento, compreendendo todas as etapas da obra.

b) **Tarefa:** Atribuição de mão de obra para pequenas tarefas com ou sem fornecimento de material.

c) **Empreitada por preço global:** Quando mesma é contratada por preço único do início ao término da obra;

d) **Empreitada por preço unitário:** Quando se contrata a execução da obra por preço certo unitário;

### 2.12.1. PROCEDIMENTO PARA OBRAS PÚBLICAS

A obra pública depende de etapas, mesmo antes da aquisição da licitação, se realiza em passos fundamentais para o devido sucesso do empreendimento.

Inicia-se com a fase preliminar a licitação, onde estão inseridos o programa de necessidades, estudo de viabilidade e o anteprojeto. Em seguida tem a fase interna da licitação, com a realização dos projetos básicos, projetos executivos, recursos orçamentários e edital de licitação, posteriormente vem a fase externa de licitação, com a publicação do edital, recebimento de propostas e procedimentos da licitação.

Na fase contratual elabora-se o contrato, executa a fiscalização da obra e realiza o recebimento da obra. E por fim, inicia a manutenção da obra.

Especificando cada fase têm-se:

- a) Fase preliminar a licitação: é uma das etapas mais importantes, pois nela será definida a real necessidade do projeto, como estimar recursos necessários e escolher a melhor forma de execução;
- b) Programa de necessidade: é o estudo de viabilidade, se realmente se faz necessário e qual o benefício à população;
- c) Estudo de viabilidade: é a etapa que define qual empreendimento se adéqua a necessidade do empreendimento;
- d) Anteprojeto: é um levantamento superficial dos principais elementos a serem executados, é utilizado em grandes obras;
- e) Fase interna da licitação: é a fase onde se prepara para abrir o processo de licitação, onde se definem as exigências detalhadamente do objeto a ser contratado;
- f) Projeto básico: é fase mais importante, nela é onde se detecta as inconsistências que se espera. Tendo como parâmetro alguns requisitos: Definir o projeto a ser contratado, nível de precisão adequado, viabilidade técnica e impactos ambientais, análise do custo, método construtivo e prazo de execução;
- g) Projetos executivos: devem ser elaborados de forma que acompanhe as leis que se aplicam a obra pública, juntamente com as especificações técnicas

que são desenvolvidas onde tem toda a especificação de materiais e ou serviços a serem realizados na obra;

h) Recurso orçamentário: é a principal base como parâmetro para realização do edital e licitação não podendo ultrapassar a verba pré-estabelecida;

i) Edital de licitação: é o documento responsável para determinar o processo licitatório, neste estão previstos todos os elementos e informações necessárias de preço e custo dos serviços, composição da taxa da bonificação e despesas indiretas e composição dos encargos;

j) Fase de publicação do edital: é a fase que abre para concorrências que estejam habilitadas com requisitos mínimos para participação;

k) Os recebimentos das propostas: devem vir dentro das exigências mínimas estabelecidas, com cumprimento dos prazos;

l) Procedimentos das licitações: devem ser atendidos na sequência que ocorrem após recebimento das propostas;

Na fase contratual, após definido a empresa, assina-se o contrato e se inicia os serviços;

m) Fiscalização: é executada pelo órgão responsável pela contratação, com a finalidade de averiguar o cumprimento contratual, técnicas e todos os aspectos de execução, tendo alguns pontos para verificação;

Por fim, tem-se o recebimento da obra, sendo recebida pelo responsável técnico que fiscalizou.

Existem garantias para os serviços, pois a lei de licitação estabelece que o recebimento provisório ou definitivo não exclua a responsabilidade civil, pela solidez e segurança da obra ou serviço. Além disto, a normativa prevê a contratada a obrigação de reparar, corrigir, remover, reconstruir ou substituir qualquer anomalia, respondendo pelo prazo de cinco anos pela solidez e segurança do trabalho, assim em razão dos materiais e do solo.

## 2.12.2. PRINCIPAIS IRREGULARIDADES EM OBRAS PÚBLICAS

Segundo Neves (2009), são comuns as irregularidades dentro da execução das obras públicas, sendo as mais comuns:

- a) Ausência de recebimento provisório da obra pelo responsável por seu acompanhamento e fiscalização, mediante termo circunstanciado assinado pelas partes;
- b) Ausência de recebimento definitivo da obra, por servidor ou comissão designada por autoridade competente, mediante termo circunstanciado, assinado pelas partes, após prazo de observação ou vistoria que comprove a adequação do objeto aos termos contratuais;
- c) Descumprimentos de condições descritas no edital de licitação e no contrato para o recebimento da obra;
- d) Descumprimentos dos prazos de conclusão entregam observação e recebimento definitivo, conforme o caso, previsto no contrato e em seus termos aditivos;
- e) Recebimentos da obra com falhas visíveis de execução;
- f) Omissão da Administração, na hipótese de terem surgidos defeitos construtivos durante o período de responsabilidade legal desta;
- g) Não realização de vistorias dos órgãos públicos competentes.

### 2.12.3. ASPECTOS A SEREM OBSERVADOS NA FISCALIZAÇÃO DAS OBRAS

Para execução de uma construção, reformas ou ampliação de edificação, devemos atender as normas e as praticas complementares:

- I. Normas técnicas da ABNT e do IMETRO;
- II. Instrução e resolução dos órgãos do sistema CAU / BR e CAU e CAU;
- III. Instruções e resoluções do sistema CREA/ CONFEA;
- IV. Códigos, leis, decretos, portarias e normas federais, estaduais e municipais, inclusive norma de concessionárias do serviço publico.

### 2.12.4. PROCEDIMENTOS DE ROTINAS DE SERVIÇOS DA CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO DA EDIFICAÇÃO

De acordo com SEAP (2010), serviços de conservação e manutenção dão-se ao procedimento de vistoria, limpezas e reparos, do sistema de edificação.

Usualmente devem ser realizadas rotinas de inspeção, a fim de constatar qualquer dano, podendo diminuir a vida útil de uma edificação. A manutenção deve ser realizada de forma preventiva e não corretiva, assim, reduz significativamente o surgimento de patologias indesejadas.

A manutenção preventiva vem dia mais ganhando espaço no mercado imobiliário, no entanto, no mercado de obras publicas isso ainda não ocorre com nenhum cronograma de frequência.

Existem alguns tipos de níveis de manutenções:

a) Preditiva: É aquela em que envolve o estudo de sistema e equipamentos que visa inspecionar e prever anomalias ou falhas, e, com consequência de isto implementar ao procedimento de manutenção preventiva;

b) Preventiva: É a manutenção de critérios técnicos que segue um cronograma de reparos para assim evitar o surgimento das grandes patologias;

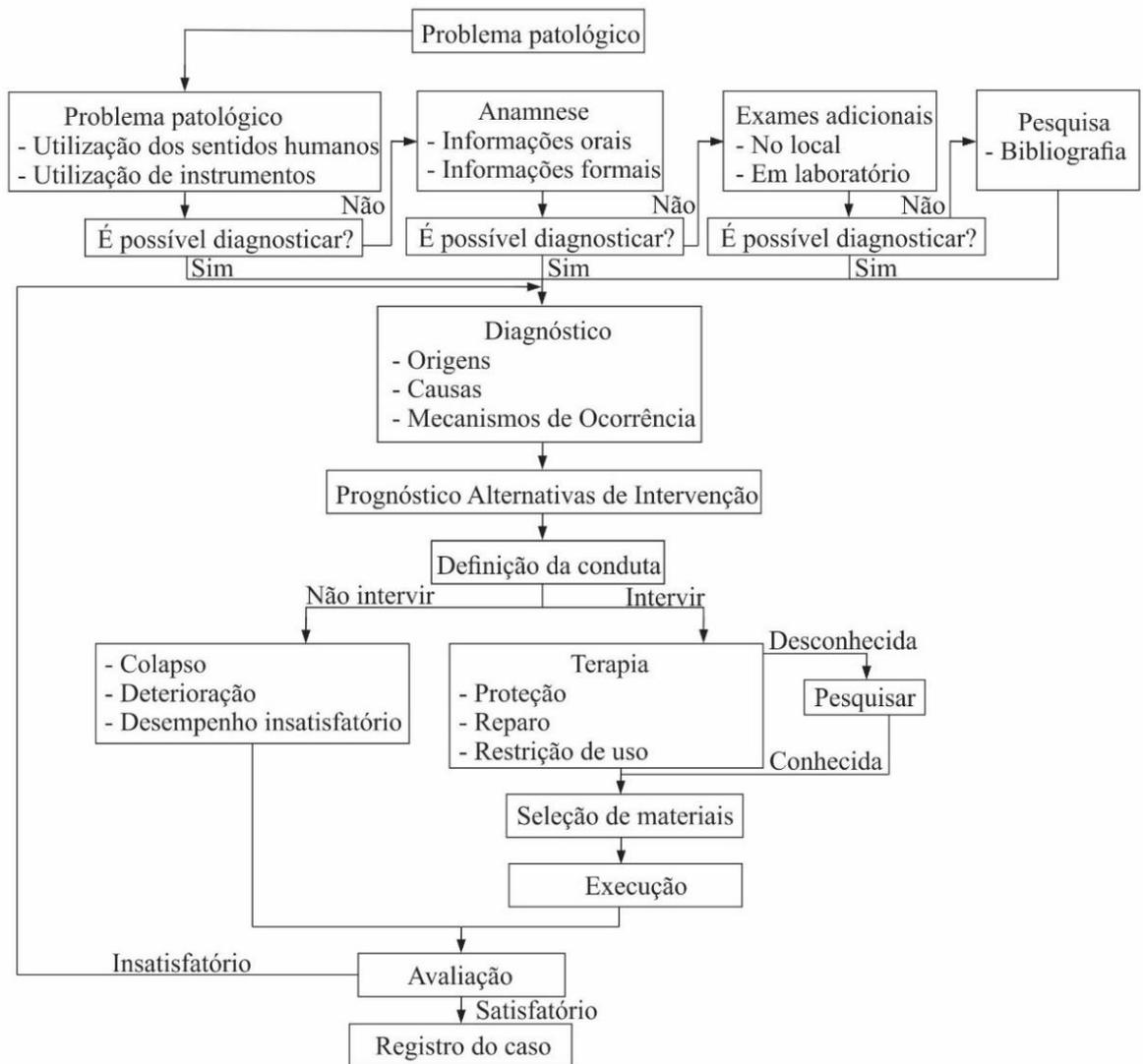
c) Corretiva: É a atividade de reparo ou correção de falhas e anomalias já existentes, tendo os custos mais elevados;

d) Detectiva: É a análise feita para atacar a origem do problema e não apenas o sintoma.

### 3. METODOLOGIA

De acordo com Lichtenstein (1985), aponta que a definição de conduta é a etapa que tem como finalidade prescrever o trabalho a ser executado para resolver o problema, incluindo a definição sobre os meios (material, mão de obra e equipamento) e a previsão das consequências em termos do desempenho final.

Figura 10 – Fluxograma para levantamento e diagnóstico de manifestações patológicas.



Fonte: LICHTENSTEIN (1985).

### **3.1. ESTUDO DE CASO REALIZADO EM ESCOLA PÚBLICA NA CIDADE DE NOSSA SENHORA DO SOCORRO-SE**

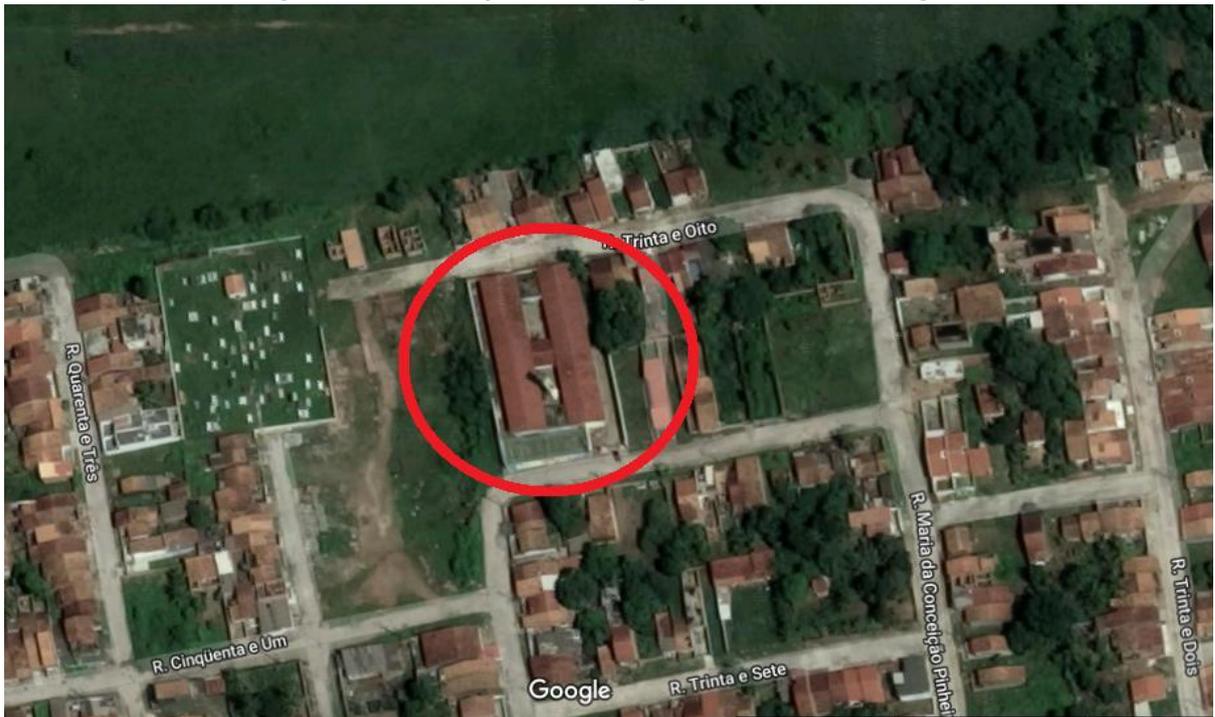
Segundo a SEED - Secretaria de Estado da Educação é órgão integrante da Administração Estadual Direta e tem por finalidade administrar o Sistema Educacional do Estado de Sergipe. O Estado é atendido por diretorias regionais, sediadas em cidades polo do Estado.

As unidades escolares solicitam à Secretaria de Estado da Educação: reforma, mobiliários, equipamentos, alimentos e materiais de insumos. Com apoio de suas Diretorias Regionais, é executado o levantamento das necessidades, elaborados orçamentos estimativos e encaminhados ao órgão solicitante, no caso o Governo Federal (Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação - FNDE) e Estadual, para a autorização da execução e repasse de recursos. Logo após, é feita a licitação dos serviços autorizados e a empresa ganhadora é contratada. Então, a obra é fiscalizada pelos responsáveis da Companhia Estadual de Habitação e Obras públicas – CEHOP e a Secretaria de Estado da Educação – SEED - a qual a recebe depois de pronta, junto ao representante do órgão solicitante.

De acordo com a SEED, o Estado de Sergipe possui 355 escolas estaduais, das quais 25 estão localizadas no município de Nossa Senhora do Socorro.

O Colégio Estadual Poeta José Sampaio, fica localizado no conjunto Parque dos Faróis na Rua 38 em Nossa Senhora do Socorro. Este possui 1798 m<sup>2</sup> de área construída e 2560 m<sup>2</sup> de área do terreno sendo dividida em 8 salas de aula, 1 sala de professor, 1 depósito 2 arquivos, 1 secretaria, 1 sala para diretoria, 1 laboratório de informática, 1 biblioteca, 1 sala de jogos, 1 cozinha, 6 banheiros, 1 quadra poliesportiva, 1 pátio e há em torno de 600 alunos matriculados na instituição, sendo distribuídos nos três turnos (matutino, vespertino e noturno).

Figura 11- Localização com imagem de satélite do Colégio.



Fonte: Google Maps (2018).

Figura 12 - Entrada do Colégio.



Fonte: Acervo do autor (2018).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1. CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO**

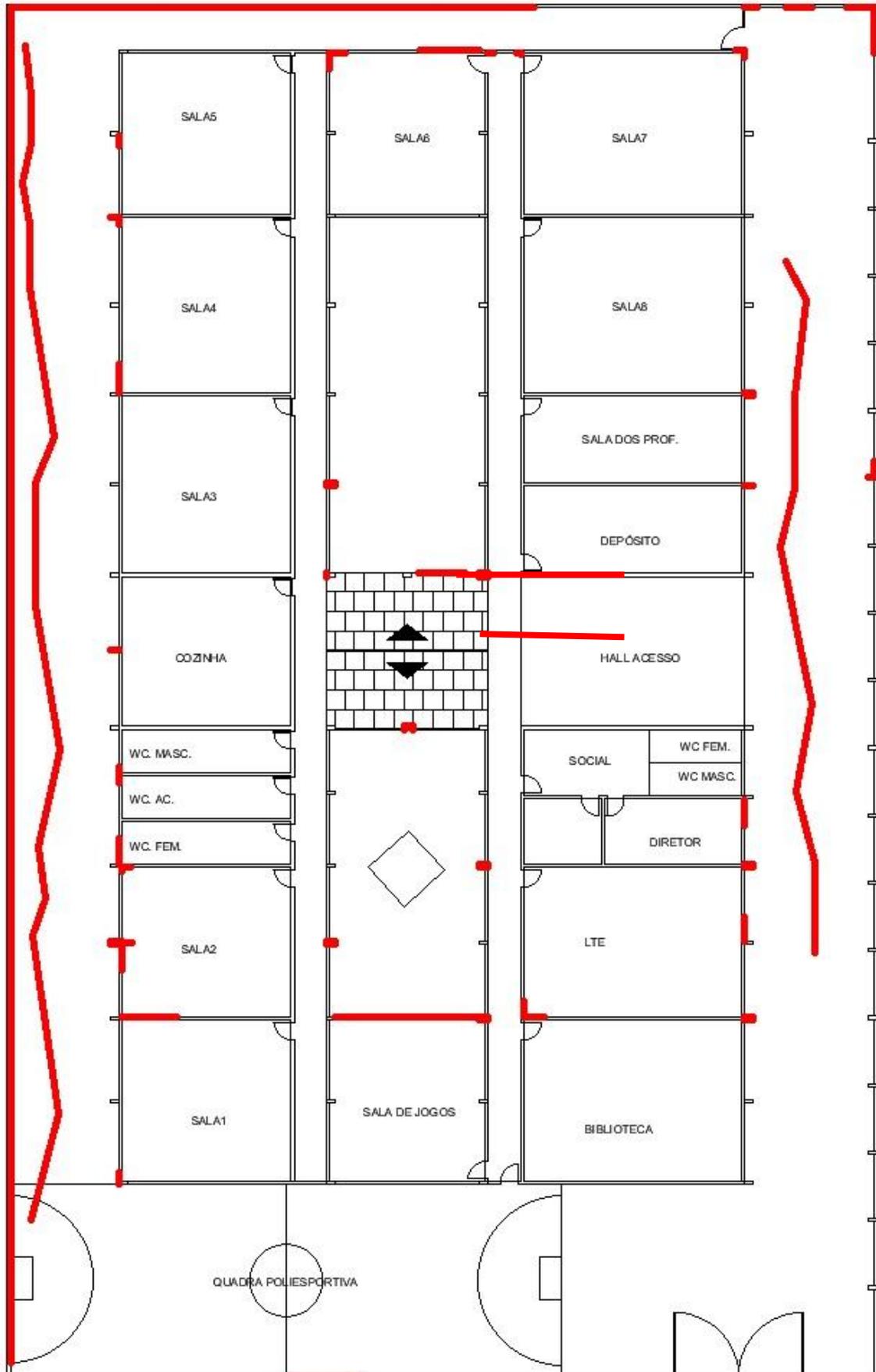
Neste capítulo apresentaremos um estudo de caso realizado em uma escola pública localizado no bairro Parque dos Faróis no município de Nossa Senhora do Socorro/SE. Considerando alguns problemas patológicos detectados a visita foi realizada in loco para detectar a presença de algumas anomalias e investigação de dados, baseados em imagens visuais, no qual se procura analisar as suas causas.

Este colégio é composto por oito salas de aula, uma sala de professor, um depósito, dois arquivos, uma secretaria, uma sala para diretoria, um laboratório de informática, uma biblioteca, uma sala de jogos, uma cozinha, seis banheiros, uma quadra poliesportiva e um pátio.

Segundo informações coletadas com a atual diretora do colégio, relatou que houve um desabamento após uma grande chuva que ocorreu no ano de 2006, que afetou o muro lateral esquerda, cinco salas de aula, a cozinha, banheiros e parte da quadra poliesportiva, nisso houve um reforma na parte que desabou, através dessas informações verificamos in loco que houve um deslizamento de terra, que gerou o desabamento.

Por fim, foram analisados o diagnóstico das possíveis causas das ocorrências das patologias. Desta análise, foram elaborados sugestões para possíveis soluções corretivas e procedimentos propostos que os órgãos deveram seguir para não haver problemas novamente.

Figura 13 - Planta baixa do colégio com localização das patologias



Fonte: Acervo do Autor (2018).

O Colégio encontra-se atualmente em funcionamento, apesar das suas condições estruturais oferecerem riscos aos usuarios. Durante a vistoria foram detectados as seguintes patologias nesta unidade escolar:

- a) Recalque;
- b) Fisuras, Trincas e Rachaduras em vigas;
- c) Deslocamento do cobrimento dos pilares
- d) Trincas e rachaduras nas alvenarias, por conta do recalque;

Apesar dos fatos citados acima, até o momento não foi realizada a interdição da instituição, expondo a riscos a integridade fisica dos funcionarios e alunos da unidade escolar.

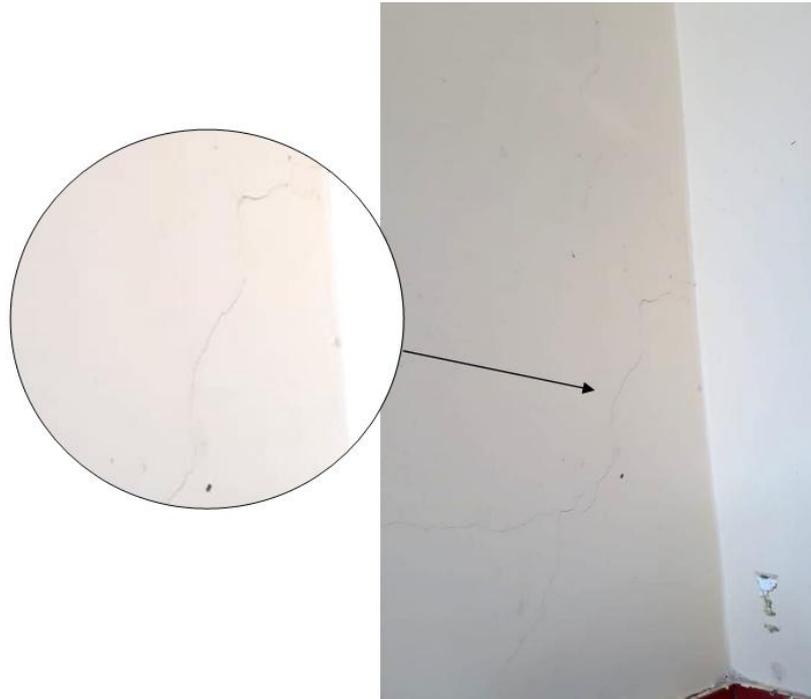
#### **4.2. FISSURA**

De acordo com a ABNT (NBR 9575 – 2003), as figuras 14, 15, 16, 17, 18 19 e 20, apresentadas abaixo, são exemplos de fissuras, as quais são caracterizadas por apresentarem aberturas inferiores a 0,5mm.

As fissuras das figuras 14 e 15, provavelmente, tenham se manifestado durante a fase de acomodação natural do solo, que causa um leve recalque no terreno, sendo que possivelmente a estrutura não tenha sido preparada para suportar tais fenômenos ou ambas podem ter sido causadas por sobrecarga oriundas da estrutura.

A fissuração da imagem 16 é comum ocorrer em cantos de porta, janela ou cobogó. Essas patologias podem ter se manifestado por vários fatores como a posição que a abertura ocupa na alvenaria, a dimensão e rigidez de verga e contra verga ou até mesmo pela ausência delas, e possível falha na fiada horizontal.

Figura 14- Fissura encontrada na sala de aula 06



Fonte: Acervo do Autor

Figura 15 – Fissura encontrada na entrada da sala de aula 06



Fonte: Acervo do Autor

As fissuras das figuras 16, 18, 19 e 20, provavelmente, tenham sido geradas durante a fase de origem tipo adquirida. Estas aparecem no decorrer da vida útil da edificação e são causadas pela exposição ao meio em que se inserem. A fissura da figura 17 possivelmente teve origem na fase construtiva, e está relacionada com a etapa de execução da obra. Podem ser originadas de fundação mal executada, uso desproporcional de areia na argamassa (fator areia/cimento), vergas e contra vergas com dimensões erradas, mão de obra desqualificada e ausência de organização para execução dos serviços.

As fissuras presentes nas figuras 21 possivelmente tenham sido causadas por variações térmicas, por conta da exposição ao meio ambiente, sendo assim, a variação de temperatura é obviamente mais sensível nas áreas mais ensolaradas.

Figura 16 – Fissura encontrada na entrada sala de aula 07



Fonte: Acervo do Autor

Figura 17 – Fissura encontrada na sala de aula 02



Fonte: Acervo do Autor

Figura 18 – Fissura encontrada na área externa



Fonte: Acervo do Autor

A fissura da imagem 18 pode ter sido ocasionada por alteração química, decorrente de uma infiltração presente e pode ter se manifestado por conta da corrosão da armadura, que fica exposta pelo dano ao concreto.

Figura 19 – Fissura encontrada na área externa



Fonte: Acervo do Autor

Figura 20 - Fissura encontrada na sala 02



Fonte: Acervo do Autor

Figura 21 - Fissura encontrada na quadra poliesportiva



Fonte: Acervo do Autor

Por fim, a fissura da imagem 21 presumivelmente tenha sido originada por causa de retração/expansão ou talvez tenha sido por conta da retração da argamassa com muitos finos ou, ainda, por excesso de cimento, tornando o revestimento muito rígido.

#### 4.3. TRINCA

As figuras 22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28 mostradas a seguir, são exemplos de trincas, patologias caracterizadas por apresentarem aberturas de até 1mm, conforme a ABNT (NBR 9575 – 2003).

As trincas apresentadas nas figuras 22, 23, 24 e 25 apareceram repetidamente por uma larga faixa no painel de alvenaria. Estas podem ter surgido durante a fase congênita, ou seja, ainda na fase de projeto. Ela advém da falta de observação das Normas Técnicas, também de falhas e descuidos dos profissionais ou variação de temperatura ocasionando falhas no detalhamento e execução inadequada das construções.

Figura 22 - Trinca encontrada no Muro do Fundo



Fonte: Acervo do Autor

Figura 23 - Trinca encontrada no Muro do Fundo



Fonte: Acervo do Autor

Figura 24 - Trinca encontrada no muro externo na lateral do Colégio.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 25 – Trinca encontrada no muro externo no fundo do Colégio.



Fonte: Acervo do Autor

As trincas mostradas nas figuras 26 e 27 são prováveis que tenham sido ocasionados na fase construtiva, e está relacionada com a etapa de execução da obra, mão de obra desqualificada, materiais de baixa qualidade e ausência de

organização para execução dos serviços ou até mesmo um recalque, o que mostra a figura 28, pois aparentemente apresenta características de recalque.

Figura 26 - Trinca encontrada na área externa próximo a quadra.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 27 – Trinca encontrada no pilar próximo a cozinha.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 28 – Trinca encontrada no piso próximo ao Hall de Acesso.



Fonte: Acervo do Autor

#### 4.4. RACHADURA

As figuras 29, 30, 31, 32, 33, e 34, mostradas a seguir, são exemplos de rachaduras. Segundo Júnior (2006), esse tipo de patologia é caracterizado por apresentar aberturas iguais ou maiores que 1 mm.

As rachaduras são umas das primeiras patologias identificadas em qualquer estrutura e podem ter causas simples, como uma dilatação de materiais, no caso da figura 29 e 30, podem ser indício de processos complexos, como abatimentos de fundações ou sobrecarga nas estruturas. Esse processo torna-se ainda mais preocupante e agravante, onde nos períodos de chuvas em que a pressão do solo, exercida sobre o muro, aumenta por causa da água; assim, originaram-se na fase adquirida, devido à exposição ao meio em que se inserem.

Figura 29 – Rachadura encontrada ao lado do oitavo pilar no muro da lateral externa do colégio.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 30 – Rachadura encontrada próxima ao décimo pilar do muro da lateral direita



Fonte: Acervo do Autor

Na figura 31 e 32, pode-se observar que as rachaduras foram causadas por alteração química, em virtude do vazamento do telhado, ocasionando assim a

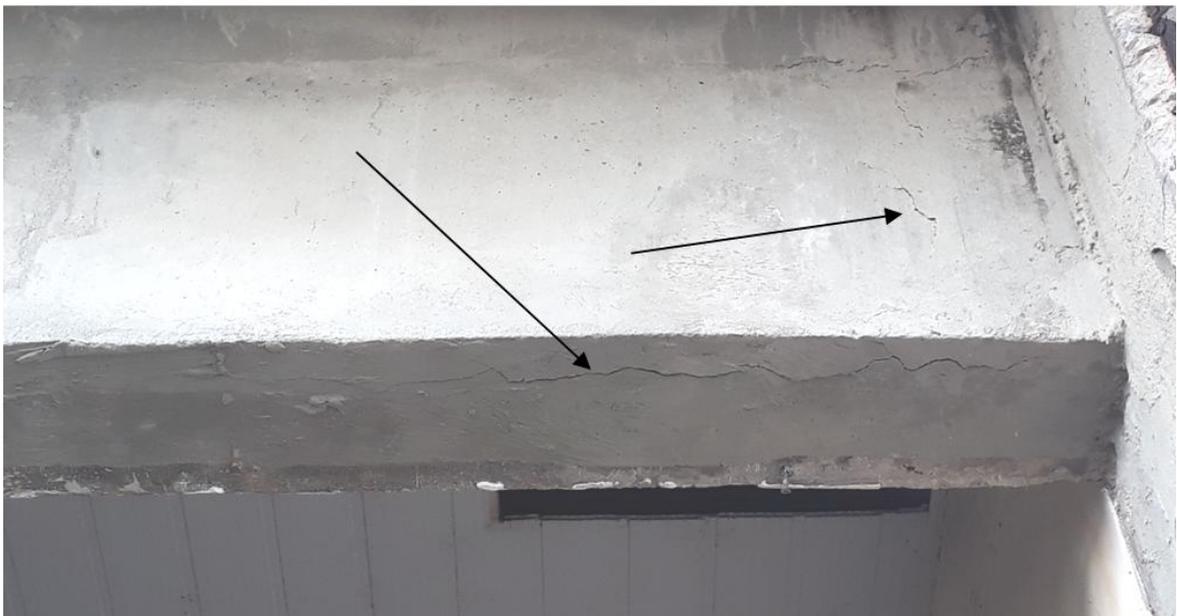
entrada de água para o interior da peça. No caso do concreto a água penetrará e aos poucos atingirá a armadura de ferro provocando sua oxidação e, conseqüentemente, o aumento do diâmetro das barras, o que ocasionará uma pressão no concreto dando início às rachaduras. Originaram-se na fase adquirida, em razão do uso durante a vida útil.

Figura 31 – Rachadura encontrada na alvenaria externa da sala 06



Fonte: Acervo do Autor

Figura 32 – Rachadura encontrada na viga no pátio do colégio



Fonte: Acervo do Autor

Na figura 33, 34, 35 e 36 pode-se notar uma rachadura, por ação do recalque do solo (assentamento do terreno). Sempre que se realiza uma obra em um terreno, há uma acomodação, em maior ou menor grau. Essa acomodação ocorre com os materiais que compõem o edifício e o terreno.

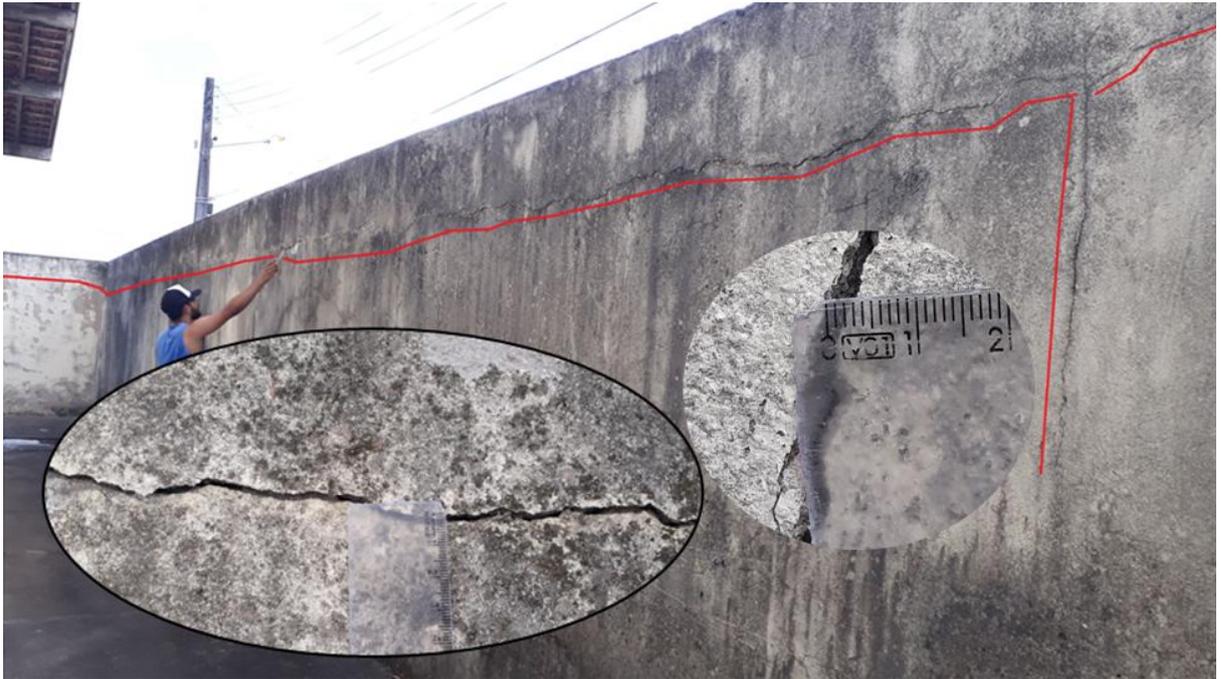
O recalque pode ser planejado, o qual já é previsto durante o processo de projeto, se o terreno vai acomodar ou, pode ser do tipo recalque diferencial, em que uma parte da edificação cede mais do que outra, provocando rachaduras. A questão do recalque é algo muito complexo, porém pode ser evitado com um bom projeto de fundações e um preparo adequado do solo quanto à compactação e drenagem. Diante do exposto, tem-se como fase de origem do tipo congênita que, surge ainda na fase de projeto.

Figura 33 – Rachadura encontrada no encontro do muro da lateral direita com o muro do fundo.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 34 – Rachadura encontrada no muro do fundo (vista interna)



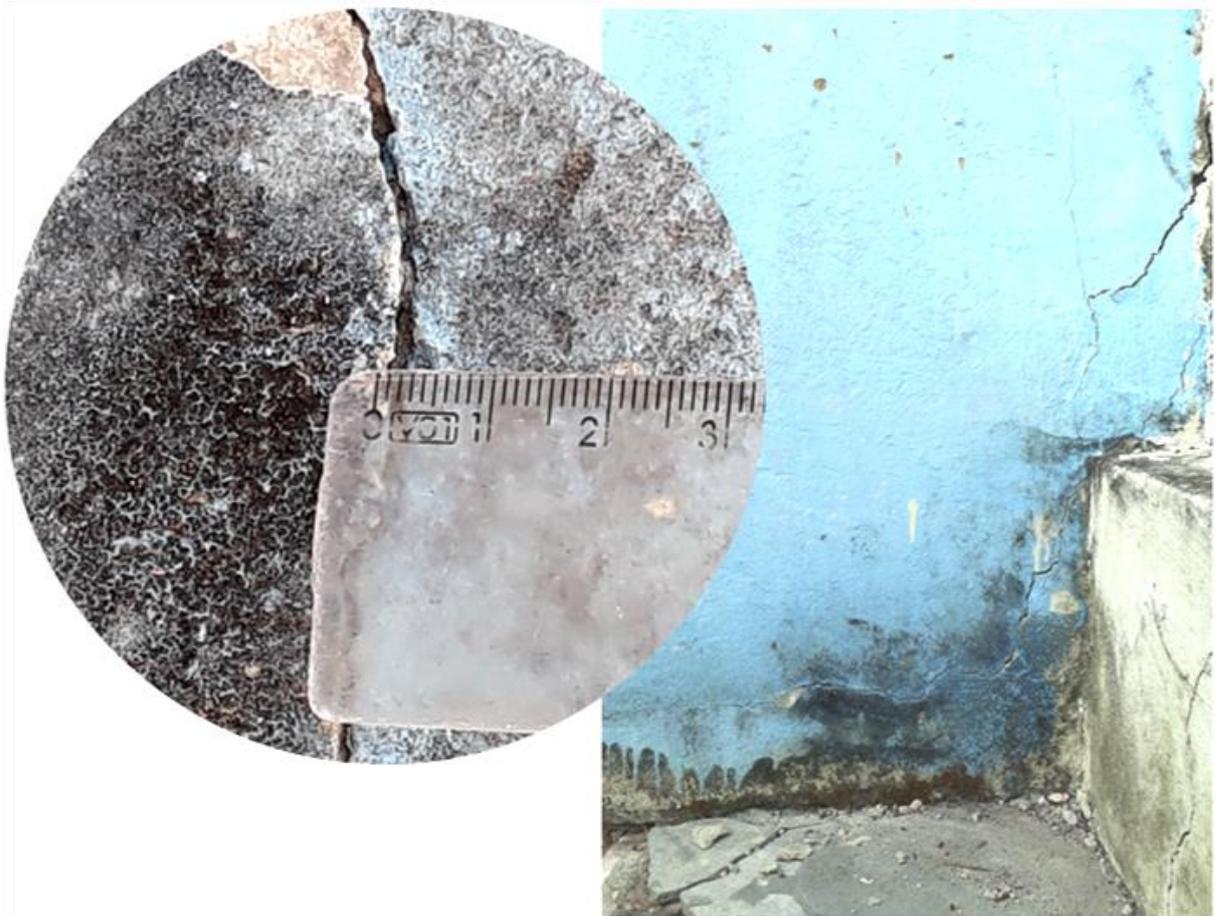
Fonte: Acervo do Autor

Figura 35 - Rachadura encontrada na sala de aula 02



Fonte: Acervo do Autor

Figura 36 – Rachadura encontrada no muro do fundo no canto direito



Fonte: Acervo do Autor

Na figura 37 podemos observar rachaduras ocasionadas por alteração química, devido a fatores como chuvas, insolação e outros fenômenos naturais, dessa forma podem favorecer o desgaste do concreto e o aparecimento de rachaduras ao longo do tempo, deixando assim à ferragem mais suscetível a oxidação, sendo assim da fase de origem tipo adquirida, por estarem diretamente expostas ao meio ambiente. Por isto, se torna extremamente importante o reparo correto do concreto e das ferragens.

Figura 37 – Rachadura encontrada no décimo pilar no fundo do colégio



Fonte: Acervo do Autor

#### 4.5. DESPLACAMENTO

A falta ou a demora das ações para a prevenção e a reparação de estruturas comprometidas resultam em degradação estrutural, o qual envolve a possibilidade de colapsos e acidentes que podem resultar por sua vez consequências sérias para os ocupantes.

Nas figuras 38 à 49 podemos observar deslocamento do concreto, possivelmente gerado por ataques químicos e ambientais, a estruturas de concreto armado. Isso provoca à corrosão das armaduras, consequentemente o deslocamento do concreto, a perda da durabilidade e da segurança estrutural.

Durante a visita in loco, foi verificado que houve uma possível falha na execução dos pilares do Colégio, pois os mesmos apresentam cobrimento inferior ao exigido pela norma da ABNT NBR 6118:2014.

De acordo com a NBR 6118:2014, o colégio pertence a classe de agressividade ambiental II, com agressividade moderada, por ser uma área urbana, o risco de deterioração da estrutura é pequeno, logo os pilares e vigas devem possuir 30mm de cobrimento e as lajes devem possuir um cobrimento de 25mm.

Tabela 3 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana <sup>a, b</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinha <sup>a</sup>	Grande
		Industrial <sup>a, b</sup>	
IV	Muito forte	Industrial <sup>a, c</sup>	Elevado
		Respingos de maré	

<sup>a</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

<sup>b</sup> Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

<sup>c</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: ABNT 6118:2014

Tabela 4– Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para

 $\Delta c = 10 \text{ mm}$ Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para  $\Delta c = 10 \text{ mm}$ 

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV <sup>c</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>b</sup>	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo <sup>d</sup>	30		40	50
Concreto protendido <sup>a</sup>	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

<sup>a</sup> Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

<sup>b</sup> Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal  $\geq 15 \text{ mm}$ .

<sup>c</sup> Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

<sup>d</sup> No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal  $\geq 45 \text{ mm}$ .

Fonte: ABNT 6118:2014

Os deslocamentos mostrados nas figuras 38, 39, e 40 apresentam características de formação na fase de origem tipo adquirida, ou seja, durante a sua vida útil, pois são estruturas que estão expostas ao meio ambiente.

Figura 38 – Deslocamento encontrado no décimo primeiro pilar na lateral direita do colégio.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 39 – Deslocamento encontrado no décimo quarto pilar na lateral direita do colégio.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 40 – Deslocamento encontrado no primeiro pilar na lateral esquerda do colégio próximo a quadra



Fonte: Acervo do Autor

Os deslocamentos apresentados nas figuras 41 a 44 mostram que foram oriundos da fase de origem do tipo construtiva, pois foi observado que o cobrimento das armaduras era insuficiente na maioria dos elementos afetados, sendo incompatíveis com o tipo de agressividade do ambiente segundo a norma NBR 6118:2014.

Figura 41 – Desplacimento encontrado no terceiro e quinto pilar na lateral esquerda do colégio.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 42 – Desplacimento encontrado no nono pilar do muro da lateral direita.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 43 – Deslocamento encontrado no encontro do muro da lateral direita com o muro do fundo



Fonte: Acervo do Autor

Figura 44 – Deslocamento encontrado no pilar próximo ao Hall de Acesso



Fonte: Acervo do Autor

Já os deslocamentos observados nas figuras 45, 46, 47 e 48 também se deu origem na fase adquirida, já que durante a vida útil da estrutura, houve falta de manutenção ocorrendo infiltrações e/ou cobrimento fora dos padrões da norma NBR 6118:2014.

Figura 45 – Desplacamento encontrado nos pilares próximo a Sala de jogos.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 46 – Desplacamento encontrado no pilar próxima a Caixa D'água.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 47 – Desplacamento encontrado nos pilares da área coberta do Pátio.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 48 – Desplacamento encontrado no pilar próximo a sala 03.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 49 – Desplacamento encontrado no pilar próximo a Sala 02.



Fonte: Acervo do Autor

Figura 50 – Desplacamento encontrado na parte externa do muro da lateral esquerda



Fonte: Acervo do Autor

#### **4.6. CONDOTA ADEQUADA PARA CORREÇÃO DAS PATOLOGIAS ENCONTRADAS**

De acordo com Lottermann (2013), a solução ideal para as figuras 15, 16 e 17 seria a execução de verga e contraverga de concreto armado ultrapassando no mínimo 30 cm dos limites da esquadria ou poderia também ser executado a remoção do revestimento argamassado e fazer um “grampeamento” da alvenaria executando furos e chumbando elementos metálicos para absorver os esforços que estão gerando as fissuras.

Nas figuras 14, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26 e 28 o tipo de fissuras e trincas ocorre devido a variação de temperatura, a falha de execução de acordo com as normas, movimentações térmicas diferenciais entre a laje ou viga em relação à alvenaria. Para a correção desse tipo de manifestação deve ser removido o revestimento da parede e aplicar uma fita de polipropileno, com isso as movimentações não serão transmitidas ao revestimento. Posteriormente, o revestimento é refeito com o uso de véu de poliéster e resina acrílica de forma a criar uma camada flexível que absorve a movimentação térmica da base (JUNGINGER, 2003 apud SOUZA, et al., 2016).

A figura 21 exhibe fissura do tipo mapeada, onde conforme Giordani (2016), o procedimento para recuperação consiste na remoção das partes que apresentem aderência deficiente. Caso a aderência não esteja comprometida, aplicar tela de poliéster entre demãos de impermeabilizante acrílico. Prosseguir com aplicação de massa acrílica e pintura acrílica. Na ocorrência de aderência comprometida, remover revestimento e reexecutar.

No muro apresentado nas figuras 29 e 30, onde os deslocamentos são pequenos e as aberturas não são ativas, o procedimento consiste em limpar cuidadosamente as rachaduras, selando-as com uma argamassa elástica fabricada à base a poliuretano. (TEJEDOR, 2013).

Devido à presença de recalque na estrutura, mostrada nas figuras 33, 34, 35 e 36, Giordani (2016) propõe duas medidas, caso o recalque esteja estabilizado deve-se realizar o fechamento das fissuras com aplicação de tela de poliéster entre demãos de impermeabilizante acrílico, finalizando com massa acrílica e pintura. No

caso de estar ativas, é necessário realizar um estudo mais aprofundado sobre a situação da estrutura de fundação.

Na rachadura da figura 37 e na trinca da figura 27, deve-se realizar um apoio na cobertura sustentada pelo pilar, remover parte do material afetado e restaurar com a realização de um reforço na sapata do pilar, a fim de evitar um novo recalque.

Da figura 38 até a 49, segundo Lapa (2008), a corrosão que se manifesta em armaduras sob forte tensão, é um tipo de corrosão extremamente perigoso visto que pode conduzir a rupturas frágeis. O tratamento da armadura corroída deve abranger as etapas indicadas a seguir quando necessárias, atentando-se ao fato que não precisa seguir todos os passos, dependendo assim do seu grau de agressividade.

É possível detectar visualmente através da figura 50, que está ocorrendo um processo erosivo no terreno do colégio, podendo ocasionar um possível desabamento da alvenaria, atingindo cinco salas de aula, a cozinha, os banheiros, o muro da lateral esquerda e o muro do fundo, possivelmente ocorreu uma falha ainda na fase de projeto (fase onde segundo Helene (2003), é uma das maiores causadoras de patologias), como o colégio foi construído em um terreno acentuado, logo, seria necessário a construção de um muro de arrimo para conter o talude, a fim de evitar o processo erosivo, conseqüentemente o recalque na estrutura do colégio, minimizando grande parte dos problemas patológicos encontrados na unidade escolar.

Tabela 5 – Tratamento para armaduras corroídas.

Definir a área a ser tratada, já indicada no projeto;
Remover todo o concreto contaminado ao redor da armadura com corrosão, com jato d'água ou ferramentas manuais, para não prejudicar ainda mais a armadura ou sua aderência ao concreto; a remoção deve deixar um espaço livre, entre armadura e o concreto de 2cm, no mínimo, e ser prolongada até atingir um comprimento de ancoragem de barra íntegra;
Limpar cuidadosamente as barras corroídas, com escova de aço para pequenas áreas ou jato d'água e ar para grandes áreas;
Examinar cuidadosamente as barras corroídas e já limpas, para avaliação da perda da sua capacidade resistente; se a perda for superior a 10% as

barras devem ser suplementadas;
Após a remoção de todos os detritos, a armadura tratada e a suplementar, se esta for necessária, devem ser pintadas com tinta especial anti-ferruginosa;
Quando não forem necessárias fôrmas, a seção pode ser recomposta com concreto convencional, moldado no local e aditivado; havendo necessidade de fôrmas, é preferível utilizar o concreto projetado, aditivado e desempenado; em ambos os casos, há que se levar em conta as vibrações provocadas pelo tráfego bem como efetuar cura prolongada, mínima de sete dias;
A resistência característica do concreto novo não deve ser 20% superior à do concreto existente.

Fonte: Lapa, 2008.

A fissura mostrada na figura 18 e as rachaduras das figuras 31 e 32, tem o procedimento de tratamento semelhante ao que foi citado acima, porém elas possuem um menor grau de agressividade, e deve-se resolver a infiltração presente nas mesmas.

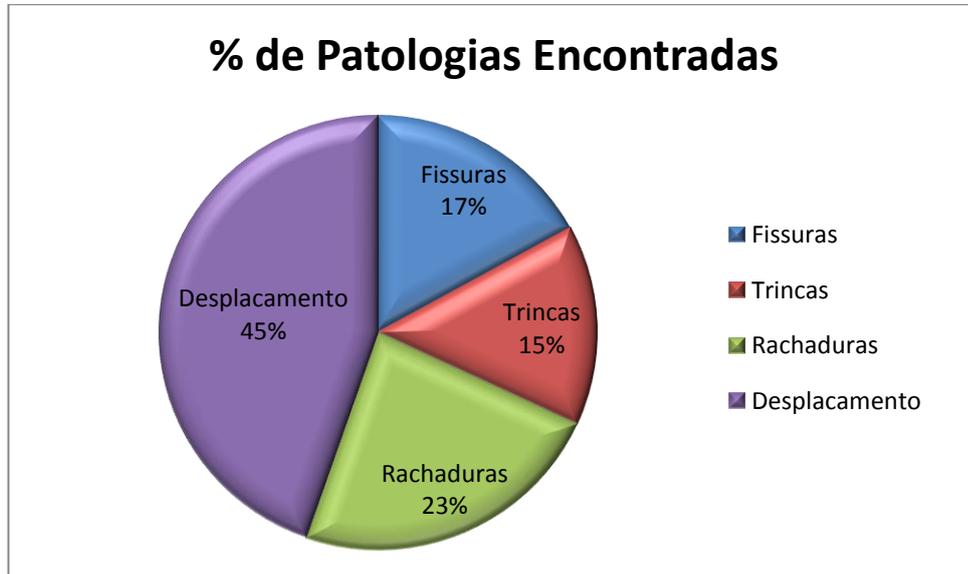
Os gráficos 2 e 3 abaixo, apresentam respectivamente e de forma percentual, o número de patologias, e o local onde foram encontradas as patologias, as quais já foram apresentadas acima.

Tabela 6 - Números de Patologias Encontradas

<b>Tipo</b>	<b>Nº Patologias Encontradas</b>
Fissuras	8
Trincas	7
Rachaduras	11
Deslocamento	21
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>

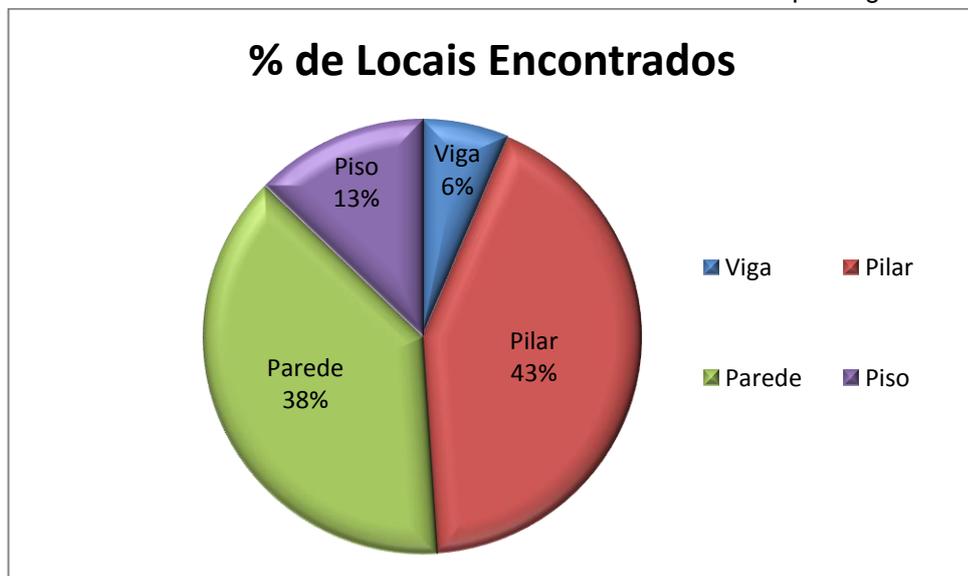
Fonte: Acervo do Autor

Gráfico 2 - Percentual de patologias encontradas.



Fonte: Acervo do Autor

Gráfico 3 - Percentual dos locais onde foram encontradas as patologias.



Fonte: Acervo do Autor

## 5. CONCLUSÃO

Toda e qualquer construção está sujeita a ser atacada ao longo de sua vida útil, a apresentar manifestações patológicas, sendo capaz de ser somente danos estéticos ou limitando a durabilidade da mesma. Desse modo, elas precisam ser verificadas e estudadas. Através do diagnóstico é possível conhecer sua origem e causa, e somente assim adotar as medidas corretas de recuperação ou reforço da estrutura.

No presente trabalho, pode-se observar que a unidade escolar passa por longos períodos sem a devida manutenção e grande parte das patologias precisam de uma recuperação prioritária, pois apresentam riscos aos seus usuários, e como já foi exibido nos resultados, as mais frequentemente encontradas, foram deslocamento e rachadura.

Uma explicação para tais fatos, é que a presença das patologias, é originada principalmente pela falta de manutenção, má qualidade na execução das obras e dos materiais empregados, e devido a exposição das estruturas ao meio ambiente.

Para se alcançar um nível adequado de durabilidade, é indispensável que exista equilíbrio entre a qualidade do projeto, da execução e dos materiais utilizados, e ainda se possível realizar a análise do solo e do ambiente onde se pretende construir a obra. De toda forma, não deve-se descartar a periodicidade de manutenção da edificação.

Diante do que foi exposto, espera-se que o estudo de caso realizado, sirva de alerta, para a necessidade de intervenção, e, por conseguinte contribuir para a qualidade das obras públicas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIKO, A. K; ORNSTEIN, S. W. Inserção Urbana e Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social. São Paulo: FAUUSP, 2002.

ALTOUNIAN. C. S. **Obras públicas: licitação, contratação, fiscalização e utilização**. Belo Horizonte: Fórum, 2007.

AMBRÓSIO, Thais da Silva. **Patologia, tratamento e reforço de estruturas de concreto no metrô de São Paulo**. Trabalho de conclusão de curso: São Paulo, 2004.

ARIVABENE, Antônio César. **Patologias em estruturas de concreto armado estudo de caso**. Monografia (MBA gerenciamento de obras, tecnologia e qualidade da construção) - Instituto de pós-graduação IPOG, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Desempenho de edificações habitacionais: NBR 15575**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Impermeabilização – Seleção e projeto: NBR 9575**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos: NBR 6118**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Reforma em edificações, sistema de gestão de reformas, requisitos: NBR 16280**. Rio de Janeiro, 2014.

AZEVEDO. Minos Trocoli. et al. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Ibracon, 2011.

BOMFIM, Deyvid; SANTOS, Everton H. Lazaro; LEANDRO, Louise Carvalho. **Estudo de Caso: Análise de Patologias Tipo Fissura, Trinca e Rachadura em Unidades Escolares da Rede Estadual no Município de Aracaju**. Trabalho de conclusão de curso: Sergipe, 2018.

CALISTO, Aline; KOSWOSKI, Regiane. **EFEITO DO RECALQUE DIFERENCIAL DE FUNDAÇÕES EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E ALVENARIA DE VEDAÇÃO**. Trabalho de conclusão de curso: Curitiba, 2015.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC. **Desempenho de Edificações Habitacionais**. Brasília, 2013.

CÁNOVAS Manoel Fernández. **Patologia e terapia do concreto armado**. Tradução de Maria Celeste Marcondes, Carlos W. F. dos Santos, Beatriz Cannabrava. São Paulo: Pini, 1988.

CASOTTI, Denis Eduardo. **Causas e Recuperação de Fissuras em Alvenaria**. Trabalho de conclusão de curso: Itatiba, 2007.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. **Alvenaria Estrutural, tão antiga e tão atual**. Jornal da ANICER - Edição Especial, Salvador, p. 4, 30 agosto 1999. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/7996368-Alvenaria-estrutural-tao-antiga-e-tao-atual.html>>. Acessado em 28 de agosto de 2018 as 00:53.

CHAGAS, Júnia S. N. **Investigação Experimental e Numérica sobre a reabilitação da Alvenaria Estrutural utilizando reforço em Compósitos Poliméricos**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, 2005.

CORRÊA, Ederson Souza. **Patologias Decorrentes de Alvenaria Estrutural**, 2010. Belém-PA. Disponível em: < <http://www.unama.br/graduacao/engenharia-civil/tccs/2010/PATOLOGIAS-DECORRENTES-ALVENARIA-ESTRUTURAL.pdf> >. Acesso em 08 de Agosto de 2018.

CORRÊA, Marcio R. S. **Alvenarias estrutural e de vedação: diferenças e vantagens**. AEC web, O portal de Arquitetura, Engenharia e Construção, Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/alvenarias-estrutural-e-de-vedacao-diferencas-e-vantagens\\_11989\\_10\\_0](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/alvenarias-estrutural-e-de-vedacao-diferencas-e-vantagens_11989_10_0)>. Acessado em 28 de agosto de 2018

COUTO, J. P.; COUTO, A. M. **Importância da revisão dos projetos na redução dos custos de manutenção das construções**. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO 2007, 3, 2007, Coimbra, Portugal. Universidade de Coimbra, 2007.

CREMONINI, Ruy Alberto. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção**. Porto Alegre, 1988.

CUNHA, Letícia Shirozaki. **Avaliação de Edificações com a utilização da Termografia como ensaio não destrutivo – Estudo de caso**. Centro Universitário de Brasília - Brasília, 2016.

DAIHA, Karla Chaves. **Estudos da agressividade ambiental nas estruturas de concreto armado**. Monografia (Graduação). Curso de Engenharia Civil. Universidade Salvador – UNIFACS, 2004.

DAL MOLIN, D.C.C. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

DUARTE, Ronaldo Bastos. **Fissuras em alvenarias: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação.** Boletim técnico 25. Fundação de ciência e tecnologia – CIENTEC. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 1998.

FARIA, J. A. **Noções elementares sobre orçamentos de obras de construção civil.** Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2010.

FREIRE, Altair. **Patologia nas Edificações Públicas do Estado do Paraná: Estudo de Caso da Unidade Escolar Padrão 023 da Superintendência de Desenvolvimento Escolar – SUDE.** Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

FREITAS, J. G. **A influência das condições climáticas na durabilidade dos revestimentos de fachada: Estudo de caso na cidade de Goiânia.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil. Universidade Federal de Goiás, 2012.

GIORDANI, Andréia Zanatta. **Levantamento e Diagnóstico das Manifestações Patológicas em Fachadas de Edificações localizadas no Campus da UFSC.**

HELENE, Paulo Roberto Lago, et al. **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto NB/2001.** WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. Novembro. São José dos Campos, 2001.

HELENE, Paulo Roberto Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.

HELENE, Paulo Roberto Lago. **Manual para reparo, reforço e proteção das estruturas de concreto.** São Paulo: Pini, 1992.

HELENE, Paulo Roberto Lago. **“Por que trabalhar com concretos de resistências mais elevadas que as atuais?”** In FEHAB. Palestras. São Paulo, 2002.

HELENE, Paulo Roberto Lago; PEREIRA, Fernanda. **Reabilitação e manutenção de estruturas de concreto.** São Paulo, 2007.

HENDRY, A.W. **Projeto projetado de edifícios de alvenaria: cinquenta anos de desenvolvimento na Europa.** Prog. Struct. Eng. Mater. 2002; Universidade de Edimburgo, na Escócia.

JÚNIOR, C. C. S. **Trincas nas Edificações.** Artigo Técnico, Revista Obras Online, 15ª Edição. Belo Horizonte, 2006.

JUNGINGER, M. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis.** Dissertação apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, mestrado. São Paulo, 2003.

LAPA, José Silva. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. Belo Horizonte.** Monografia (Título de especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologias das construções: procedimento para diagnóstico e recuperação. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP,** São Paulo, BT 06/86, 1986.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações: São Paulo: Escola Politécnica da USP.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, 1985.

LIMA, Adauto José Miranda de. **Diagnóstico Das Patologias.** Curitiba, 2012.

LOTTERMANN, A.F. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso.** Trabalho de conclusão de curso em Engenharia civil. Departamento de ciências exatas e engenharias. Ijuí/RS, 2013.

MARCELLI, M. **Sinistros na Construção Civil,** 2007. 1ª Ed. Editora: PINI. 1ª ed. , I.F. Manifestações patológicas em empreendimento habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural: uma análise da relação de causa e efeito, 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidades de Custos.** Editora Atlas, 9ª edição, São Paulo, 2003.

MAYS, G. (Ed.). **Durabilidade das Estruturas de Concreto: Investigação, Reparo, Proteção.** London. E & FN Spon, 1992.

Monografia apresentada como requisito para obtenção de título de especialização em Construção Civil - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016.

OLIVEIRA, Alexandre Magno de. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações.** Trabalho de final de curso de especialização em Gestão em Avaliações e Perícias da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **Levantamento de causas de patologias na construção civil.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Escola Politécnica da Universidade do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

OLIVARI, G. **Patologia em edificações.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Anhembi Morumbi, 2003.

PACHECO, Ana Paula Santos; TAVARES, Jodevânio Andrade; SIQUEIRA, Monique Moura: **Patologia em Obra Pública.** Trabalho de conclusão de curso: Sergipe, 2018.

PAOLETTI, D.; AMBROSINI, D.; SFARRA, S.; BISEGNA, F. **Preventive thermographic diagnosis of historical buildings for consolidation.** Journal of Cultural Heritage, 2013.

PEDRO, E. G.; MAIA, L. E. F. C. ; ROCHA, M. O.; CHAVES, M. V. . **Patologia em Revestimento Cerâmico de Fachada.** Curso de Pós-Graduação do CECON, Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias. Síntese de Monografia. Belo Horizonte, 2002.

PINA, Gregório Lobo de. **Patologia nas habitações populares.** Rio de Janeiro, 2013.

PIANCASTELLI, E. M. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto Armado – Ed. Depto.** Estruturas da EEUFMG, 1997.

PRADO, Darci. **Planejamento e Controle de Projeto.** Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998. Série Gerencia de Projetos, Vol. 2.

RAMALHO, M.A.; CORRÊA, M. R. S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural.** São Paulo, Pini. 2003.

RIOS, Terezinha Azerêdo. **O espaço físico da escola é um espaço pedagógico.** Nova escola, edição 13, 2011. Disponível em: <<https://gestaoescolar.org.br/conteudo/476/o-espaco-fisico-da-escola-e-um-espaco-pedagogico>>. Acessado em 23 de agosto de 2018.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção**. São Paulo: Pini, 1996.

ROMAN, H. R. et al. **Análise de Alvenaria Estrutural**. Universidade Corporativa Caixa. Santa Catarina, p. 168. 2007.

SACHS, A. **Tratamento intensivo – trincas, fissuras e manchas no concreto podem indicar que não devem ser ignorados e merecem reparo imediato**. Em pauta: Revista Técnica. São Paulo, n. 151, 2015.

SANTOS, Julio Cesar dos. **Qualidade das obras públicas sob a ótica da norma de desempenho**. Revista on-line do Instituto de Pós-Graduação (IPOG). Florianópolis, 2015.

SEAP, Secretaria de Estado da Administração e Patrimônio, 2010. **Manual de Obras Públicas-Edificações**, Disponível em < [www.comprasnet.gov.br/publicacoes/manuais/manual\\_projeto.pdf](http://www.comprasnet.gov.br/publicacoes/manuais/manual_projeto.pdf) > Acessado em 22 de outubro de 2018.

SEED, **Portal da Educação - Secretaria de Estado da Educação**, Disponível em < <https://www.seed.se.gov.br>>. Acessado em 10 de setembro de 2018.

SILVEIRA, Débora R. D. Da; AZEVEDO, Eline S. De; SOUZA, Deyse M. O. De; GOUVINHAS, Reidson P. **Qualidade na construção civil: Um estudo de caso em uma empresa da construção civil do Rio Grande do Norte**. Natal, 2002.

SOUZA, Maria Ângela de Almeida. (1991) **Habitação: Bem ou Direito. As condições de acesso à habitação popular analisadas à luz da atuação da COHAB-PE na Região Metropolitana do Recife**. Dissertação de Mestrado. Recife: MDU/UFPE, 1991.

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

TCPO - **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos**. 13ª Edição, São Paulo: Pini, 2010.

TCU, Tribunal de Contas da União, 2009. **Recebimento de Obras e Serviços de Engenharia**, Revista do TCU 214, Disponível em < <https://revista.tcu.gov.br/ojs/index.php/RTCU/article/view/345/392> > Acessado em 21 de outubro de 2018.

TCU, Tribunal de Contas da União, 2014. **Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas**, 4ª edição, Disponível em < <https://portal.tcu.gov.br/.../obras-publicas-recomendacoes-basicas-para-a-contratacao->> > Acessado em 21 de outubro de 2018.

TEJEDOR, Cristina Mayán. **Patologias, recuperação e reforço com protensão externa em estruturas de pontes.** Projeto de graduação da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: Pini, EPUSP, IPT, 1989.

TUTIKIAN, Bernardo; PACHECO, Marcelo. **Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil.** Mérida, México, 2013.

**VIEIRA, FELIPE.** MINHA CASA MINHA VIDA TEM QUASE METADE DOS IMÓVEIS COM FALHAS DE CONSTRUÇÃO. **REPORTAGEM. PORTO ALEGRE, 2017.**

ZANZARINI, José Carlos. **Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural – Estudo De Caso.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, Paraná, 2016.