

# ESTUDO DE CASO DAS PATOLOGIAS DA EDIFICAÇÃO DA ESCOLA ESTADUAL LOUIS ENSCH NO MUNICÍPIO DE JOÃO MONLEVADE – MG

Eduarda Taveira Gomes<sup>1</sup>  
Thays Arantes Machado<sup>2</sup>  
Pedro Valle Salles<sup>3</sup>  
Joice Martinha Rodrigues<sup>4</sup>  
Anna Carolina Simões<sup>5</sup>  
Hélio Augusto Goulart Diniz<sup>6</sup>

## RESUMO

O presente estudo apresenta as manifestações patológicas identificadas na Escola Estadual Louis Ensch, localizada na cidade de João Monlevade, MG. Para a realização do estudo de caso, foi adotado o método de Lichtenstein, o qual é dividido em três etapas: levantamento de subsídios, diagnóstico da situação e definição de conduta. Esse método é essencial para reunir os dados necessários e propor soluções adequadas, considerando as particularidades de cada patologia. São apresentadas as sete principais manifestações patológicas observadas na escola, destacando-se, sobretudo, aquelas relacionadas à umidade, à ausência ou falhas em detalhes construtivos, a erros de execução e à falta de manutenção do edifício escolar. Os resultados evidenciam que a presença de um engenheiro responsável durante a execução da obra é fundamental para prevenir o surgimento dessas patologias. Além disso, ressalta-se a importância de um cronograma sistemático de manutenções, com o objetivo de otimizar o desempenho construtivo e prolongar a vida útil da edificação.

**Palavras-chave:** Patologias das construções; Manifestações patológicas; Método de Lichtenstein.

## CASE STUDY OF BUILDING PATHOLOGIES AT LOUIS ENSCH STATE SCHOOL IN THE MUNICIPALITY OF JOÃO MONLEVADE – MG

### ABSTRACT

This study presents the pathological manifestations identified at Louis Ensch State School, located in the city of João Monlevade, Minas Gerais, Brazil. The case study employed the Lichtenstein method, which is divided into three stages: data collection, diagnosis of the situation, and definition of corrective measures. This method is essential for gathering the necessary information and proposing appropriate solutions based on the specific characteristics of each issue. The seven main pathologies identified in the school building are presented, with emphasis on those related to moisture infiltration, the absence or failure of construction details, execution errors, and lack of maintenance. The results confirm that the presence of a qualified engineer during the construction phase is a crucial factor in preventing pathological manifestations. Furthermore, a structured maintenance schedule is necessary to ensure the longevity and functional performance of the building.

**Keywords:** Building pathologies; Pathological manifestations; Lichtenstein method.

Recebido em 04 de agosto de 2025. Aprovado em 29 de agosto de 2025

<sup>1</sup> Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, Minas Gerais, Brasil.

<sup>4</sup> Centro Universitário Estácio de Belo Horizonte, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

<sup>5</sup> Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, Minas Gerais, Brasil.

<sup>6</sup> Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, Minas Gerais, Brasil e Centro Universitário Estácio de Belo Horizonte (Bolsista do Programa Pesquisa Produtividade), Minas Gerais, Brasil. [helioufmg@gmail.com](mailto:helioufmg@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

Uma edificação tem seu desempenho associado ao cumprimento do objetivo para o qual foi planejada. Quando submetida ao uso e a determinadas condições, deve garantir o adequado funcionamento dos sistemas que a compõem e atender às expectativas de seus usuários numa determinada vida útil.

O bom desempenho depende de vários fatores e, para assegurar a prática satisfatória do procedimento, normas técnicas como a NBR 15575 (2013) (Edificações habitacionais – Desempenho) e a NBR 5674 (2012) (Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão e manutenção) foram estabelecidas.

Entretanto, o não cumprimento dos procedimentos citados em tais normas e a carência/ausência da manutenção preventiva tornam as estruturas suscetíveis ao aparecimento de patologias.

Segundo Granato (2012), Patologia é a ciência que analisa e estuda as manifestações patológicas, considerando sua origem e suas causas. A manifestação de patologias na construção significa uma anomalia relacionada à deterioração de um elemento estrutural.

Souza (1998) relata que a percepção e o estudo das manifestações patológicas são significativos, pois apresentam maneiras de evitá-las, servindo de apoio para o planejamento de ações que promovem o aumento da vida útil das construções. Para evitar o surgimento e agravamento das patologias, o melhor e mais econômico modo é a prevenção.

As causas mais comuns do aparecimento de patologias em construções são erros de projeto e de obra, materiais empregados e a utilização da estrutura. Muitas vezes, a economia de tempo, o baixo custo de determinados procedimentos e materiais de menor qualidade acabam por induzir práticas inadequadas na concepção da estrutura, podendo comprometer sua vida útil. Por essa razão, além do desconforto estético, as manifestações patológicas geram também prejuízos econômicos e grande risco aos usuários.

Para Bertolini (2010), a inspeção é necessária para o diagnóstico do estado de conservação das construções, para a verificação da estabilidade e da segurança das estruturas, para previsão da vida residual e para o projeto das intervenções de restauração. A inspeção visual é uma etapa essencial na avaliação de uma estrutura, pois permite a especificação preliminar da manifestação patológica.

Sendo assim, a problemática deste trabalho está relacionada a análises e sugestões terapêuticas das manifestações patológicas em uma escola pública, na cidade de João Monlevade, estado de Minas Gerais.

Para tanto, a pergunta de investigação deste trabalho é: quais as patologias construtivas encontradas nas instalações da escola e quais as melhores técnicas para solucioná-las? Para que as atividades escolares sejam feitas da melhor maneira, é preciso que os ambientes estejam conservados e proporcionem conforto e funcionalidade aos alunos, professores e demais funcionários.

A justificativa deste trabalho também está fundamentada na importância do cumprimento das normas e em auxiliar nas intervenções que visam à prevenção e/ou tratamento de patologias nas diversas etapas do processo construtivo.

O objetivo principal deste Trabalho de Conclusão de Curso é inspecionar e caracterizar manifestações patológicas nas áreas internas e externas da escola, com a finalidade de catalogar e analisar suas causas para, posteriormente, propor soluções para os problemas encontrados.

Esta pesquisa se baseia principalmente nos estudos de Chaves (2009), Magalhães (2004) e Souza e Ripper (1998).

Quanto à natureza, esta pesquisa pode ser considerada como uma pesquisa aplicada. Quanto aos seus objetivos, caracteriza-se como uma pesquisa descritiva e exploratória, envolvendo procedimentos técnicos, e como pesquisa bibliográfica, através do estudo de caso da infraestrutura de uma escola pública em João Monlevade.

## REVISÃO DA LITERATURA

Essa pesquisa trata do estudo de caso das patologias observadas na edificação escolar Louis Enschede, situada na cidade de João Monlevade-MG. O trabalho visa identificar patologias, sua origem e as consequências advindas das mesmas, assim como sugerir correções para os problemas encontrados na instalação estudada. Tomamos como referencial a revisão bibliográfica sobre patologia das construções.

### *Definição de patologia das construções*

A palavra Patologia é de origem grega (pathos-doença, e logia-, ciência, estudo) e conceitua-se como o "estudo da doença". Há uma distinção entre patologia e manifestação patológica. Segundo Silva (2011), a manifestação patológica pode ser compreendida como o resultado visível de um processo de degradação, enquanto a patologia das construções constitui uma ciência mais abrangente, formada por teorias que buscam explicar tanto os mecanismos quanto as causas dessas ocorrências. Dessa forma, entende-se que o termo patologia é mais amplo do que manifestação patológica, pois envolve o estudo aprofundado de tudo o que está relacionado à degradação das edificações.

Ainda sobre o tema, de acordo com Souza e Ripper (1998) explicam que a Patologia das Construções é um ramo da Engenharia que se dedica ao estudo das causas, manifestações, consequências e mecanismos das falhas e processos de degradação das estruturas. Os autores destacam que esse campo vai além da simples identificação de anomalias, abrangendo também aspectos relacionados à concepção e ao projeto das estruturas. Além disso, ressaltam que a crescente demanda por reabilitação e manutenção de estruturas existentes — motivada por fatores econômicos, sociais, patrimoniais ou históricos — tem contribuído para o surgimento de uma nova abordagem projetual, na qual a avaliação da capacidade de desempenho futuro das edificações, considerando critérios como segurança, funcionalidade e durabilidade, se torna essencial.

Para Cremonini (1988) o termo patologia define a área da engenharia que diagnostica os edifícios e/ou componentes que por algum motivo, tiveram um desempenho insatisfatório, fazendo uma análise dos defeitos através de seus sintomas ou manifestações patológicas, suas origens e causas, mecanismos de ocorrência e consequências.

### *Principais sintomas das patologias*

Segundo Olivari (2003), o que geralmente é visível em uma edificação são as manifestações patológicas, ou seja, os sintomas ou configurações do problema que servem como base para determinarmos a patologia que a estrutura apresenta e suas causas. Os sintomas mais comuns de patologias são:

- a) Fissuras ou trincas em elementos estruturais e em alvenarias;
- b) Esmagamento do concreto;
- c) Desagregação do concreto;
- d) Ruptura do concreto;
- e) Carbonatação;
- f) Corrosão da armadura;

- g) Percolação de água;
- h) Manchas, trincas e descolamento de pintura e revestimentos cerâmicos;
- i) Infiltrações, bolor ou mofo e eflorescência.

### ***Origem das manifestações patológicas***

Segundo Mazer (2008), o conhecimento das origens da deterioração é indispensável, não apenas para que se possa proceder aos reparos exigidos, mas também para se garantir que depois de reparada, a estrutura não volte a se deteriorar.

Souza e Ripper (1998) ainda relatam que os problemas patológicos têm suas origens motivadas por falhas que ocorrem durante a realização de uma ou mais das atividades inerentes ao processo genérico a que se denomina de construção civil, processo este que pode ser dividido, em três etapas básicas: concepção, execução e utilização.

"Das construções, espera-se uma completa adequação às finalidades a que se destinam, sempre levando em consideração o binômio segurança-economia (SOUZA e RIPPER, 1998, p.24)."

Na maioria das vezes, as preocupações então voltadas somente para o custo de construção da obra, não atribuindo a devida importância aos outros aspectos como a qualidade de projeto, execução, mão de obra qualificada, materiais de qualidade e manutenção.

Em função disso, Chaves (2009) diz que, para a finalidade de maior ganho econômico no custo global de uma edificação ao longo do tempo, durante a fase de projeto devem ser considerados todos os fatores que têm como objetivo prolongar a vida útil da construção.

Helene (1992), a partir da Tabela 1, mostra que a maioria dos problemas patológicos nas edificações tem origem nas etapas de projeto e execução, o que pode ser justificado pela falta de investimentos dos proprietários, que buscam economia na concepção dos projetos gerando erros de compatibilidades entre os mesmos acarretando os erros de execução, futuros danos a estruturas. O autor classifica a ocorrência de patologias em cinco fases da construção: planejamento, projetos, execução, materiais e uso. A Tabela 1 apresenta os percentuais das origens das patologias em uma edificação.

**Tabela 1:** Porcentual de patologias nas etapas de processo (Helene, 1997).

Etapa	Percentual
Projeto	40%
Execução	28%
Materiais	18%
Uso	10%
Planejamento	4%

O Centre Scientifique et Technique de La Construction, na Bélgica apud Thomaz (1989), a partir de uma pesquisa analisando 1800 problemas, também pode concluir os seguintes percentuais para causas de patologias nas construções apresentados na Tabela 2.

Conjuntamente, as pesquisas apresentam indicadores de que as patologias, na maioria das vezes, têm origem nas fases de projeto e execução. Processos estes, cujo acompanhamento de um profissional da área é indispensável.

**Tabela 2:** Porcentual de patologias nas etapas de processo construtivo segundo Centre Scientifique et Technique de La Construction (Thomaz, 1989).

Etapa	Percentual
Falhas de projeto	46%
Falhas de execução	22%
Qualidade inadequada dos materiais	15%
Outros	17%

### *Causas associadas à etapa de projeto*

Para Oliveira (2013), o projeto é significativo em todas as fases de execução da obra, isso porque, a partir dele são estabelecidos os princípios e peculiaridades dos processos construtivos de modo que servem como base para uma maior ou menor facilidade de construir e afetam os custos de produção.

De acordo com Mazer (2008), várias são as falhas possíveis de ocorrer durante a etapa de concepção da estrutura. Podem originar durante o estudo preliminar na execução do anteprojeto, ou durante a elaboração do projeto de execução, também chamado de projeto final de engenharia.

Souza e Ripper (1998) afirmam que muitas falhas patológicas graves nas edificações têm origem ainda na fase de elaboração do projeto final de engenharia. Essas falhas podem ocorrer por diversos motivos, como a definição inadequada dos elementos do projeto, escolha incorreta do modelo analítico, deficiências no cálculo estrutural ou na avaliação da resistência do solo. Os autores também apontam problemas como a falta de compatibilização entre os projetos estruturais, arquitetônicos e civis; especificações incorretas de materiais; detalhamentos insuficientes ou equivocados; adoção de detalhes construtivos inviáveis; ausência de padronização nos desenhos técnicos e erros de dimensionamento.

### *Causas associadas à fase de execução*

A fase de execução é posterior à fase do projeto. Para Mazer (2008) nesta atividade, devem ser tomados todos os cuidados necessários ao bom andamento da construção, com a caracterização da obra, individualizada pela programação de atividades, alocação de mão de obra, definição do "layout" do canteiro e previsão de compras dos materiais.

De acordo com Souza e Ripper (1998), muitos dos problemas patológicos que surgem durante a vida útil das edificações têm origem na etapa de execução da obra, sendo causados principalmente pelas deficiências do processo produtivo. Essas falhas refletem diretamente os problemas socioeconômicos do setor, que se manifestam na baixa qualificação técnica dos trabalhadores — incluindo serventes, meio-oficiais e até mesmo profissionais com alguma formação. Para os autores, a deficiência na formação técnica dos envolvidos no processo de construção civil é um dos principais fatores que comprometem a durabilidade e o desempenho das estruturas.

Complementando essa visão, Pires (2011) aponta que as falhas de execução podem ocorrer de diversas formas, como erros de locação, alinhamento e prumo; inadequações nas formas e escoramentos; interpretações equivocadas dos projetos; utilização de materiais inadequados; falta de controle de qualidade; além de falhas no posicionamento das armaduras, na concretagem e na cura do concreto, fatores que contribuem diretamente para o surgimento de manifestações patológicas nas construções.

## *Desempenho na construção civil*

Segundo a ABNT NBR 15.575 (2013), desempenho é definido como o “Comportamento em uso de um edifício e de seus sistemas”. Para satisfazer as exigências dos usuários, deve-se atender ao nível estabelecido em projeto, desde que não inferior ao mínimo fixado pela norma, nos requisitos de: segurança, habitabilidade e sustentabilidade.

Souza e Ripper (1998) explicam que o desempenho de uma edificação está relacionado ao comportamento do produto em serviço ao longo de sua vida útil, sendo esse desempenho diretamente influenciado pelas etapas de projeto, execução e manutenção. Mesmo com a adoção de programas de manutenção bem definidos, as estruturas tendem a se deteriorar ao longo do tempo, especialmente devido à ação de agentes agressivos do meio ambiente, o que pode levar a perdas irreversíveis de desempenho. Os autores destacam que o ponto em que a estrutura passa a apresentar um desempenho insatisfatório varia conforme o seu tipo. Ainda segundo os mesmos autores, algumas estruturas já iniciam seu ciclo de vida com desempenho comprometido por falhas de projeto ou execução, enquanto outras mantêm bom desempenho até o final da vida útil projetada. No entanto, a identificação de um desempenho insatisfatório em determinado momento não implica necessariamente na inutilização da estrutura. Avaliar essa condição é um dos principais objetivos da Patologia das Estruturas, pois é justamente nesse estágio que se torna essencial a intervenção técnica, a fim de possibilitar a reabilitação da edificação.

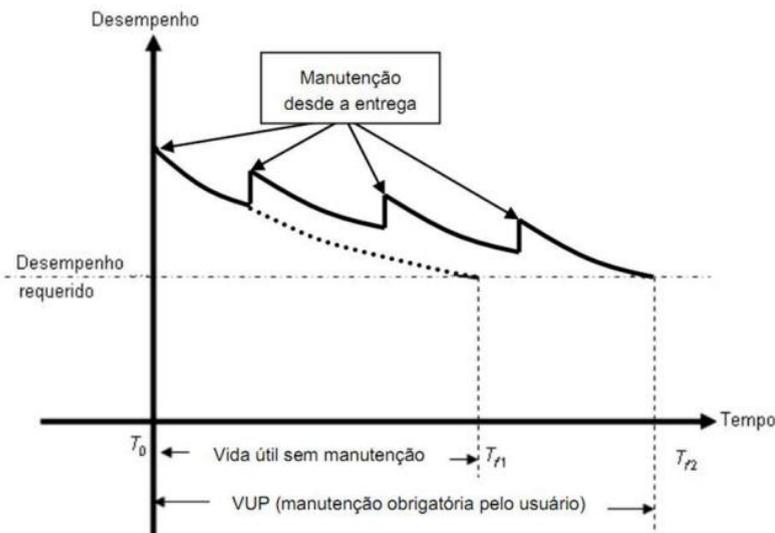
Outro fator importante que deve ser considerado é que, atender o desempenho esperado para uma edificação pode oferecer alguns desafios, pois, correlacionar as necessidades dos usuários de forma simplificada e adequada às condições ambientais e de utilização, ainda atender a uma viabilidade econômica e técnica, considerando a realidade de cada região, na maioria das vezes será um obstáculo ao desempenho ideal (BORGES, 2008).

O tema desempenho na construção civil também carrega com ele a abordagem de vida útil. Conforme a NBR 15.575 (ABNT, 2013), a vida útil de uma edificação pode ser entendida como o período de tempo entre o início de operação e uso e o momento no qual o seu desempenho deixa de atender as exigências preestabelecidas dos usuários.

A norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) define a vida útil das edificações habitacionais sob duas perspectivas principais. A primeira, denominada Vida Útil (VU), refere-se ao período em que o edifício ou seus sistemas permanecem aptos para o uso conforme sua finalidade original, desde que sejam seguidos corretamente os procedimentos de manutenção descritos no Manual de Uso, Operação e Manutenção. A segunda, chamada Vida Útil de Projeto (VUP), corresponde ao tempo estimado de funcionamento para o qual determinado sistema foi projetado, levando em conta os requisitos de desempenho previstos na norma, o conhecimento técnico disponível à época do projeto, o cumprimento das normas técnicas aplicáveis e a realização adequada das manutenções previstas.

A Figura 1 representa o desempenho de uma construção ao longo do tempo em relação às ações de manutenção, destacando a vida útil e a vida útil de projeto. O gráfico mostra o quanto a vida útil dos elementos construtivos pode ser prolongada a partir de ações de manutenção feitas corretamente, o que conseqüentemente, levará a garantir a vida útil de projeto e a extensão do desempenho e durabilidade da estrutura.

Vitório (2005) destaca que a obtenção de uma vida útil prolongada e de um desempenho estrutural e funcional satisfatório depende diretamente da realização de uma manutenção adequada. Essa manutenção, por sua vez, deve estar inserida em um processo mais amplo de gestão, que inclua a realização de vistorias periódicas para identificar eventuais avarias, diagnosticá-las corretamente e indicar as ações necessárias para sua recuperação.



**Figura 1:** Gráfico de desempenho de uma construção ao longo do tempo (ABNT, 2013).

## Manutenção

De acordo com Souza e Ripper (1998) manutenção de uma estrutura é o conjunto de atividades necessárias à garantia do seu desempenho satisfatório ao longo do tempo, que tem por finalidade o prolongamento da vida útil da obra, a um custo compensador.

No Projeto de Revisão da ABNT NBR 5674 (2011), diz que a elaboração e a implantação dos programas de manutenção nas edificações, além de ser importante para a segurança e qualidade de vida dos usuários, é essencial para a manutenção dos níveis de desempenho ao longo da vida útil.

Mazer (2008) também destaca que, de certa forma, uma estrutura poderá ser vista como equipamento mecânico que, para ter sempre bom desempenho, deve ter manutenção eficiente, principalmente em partes onde o desgaste e a deterioração serão potencialmente maiores.

De acordo com Olivari (2003), um dos principais erros da engenharia que provocam patologias nas construções, é a falta de manutenção no edifício.

Mazer (2008) ressalta que a manutenção periódica é essencial para evitar o surgimento de patologias graves e até mesmo o colapso estrutural de edificações. Situações como a falta de limpeza e impermeabilização de lajes de cobertura, marquises, piscinas elevadas e áreas de lazer podem permitir a infiltração contínua de água da chuva e o entupimento de drenos, resultando na deterioração das estruturas e no risco de ruína por sobrecarga devido ao acúmulo de água. Complementando essa perspectiva, Vitória (2005) destaca que a ausência de manutenção gera não apenas danos estruturais, mas também prejuízos materiais e financeiros ao setor produtivo, ao poder público e à sociedade em geral. Ele alerta que quanto mais se adia a realização de reparos, mais complexos e onerosos eles se tornam, sendo que, segundo a Lei de Sitter, os custos de correção aumentam geometricamente com o tempo, com razão cinco.

“Com o passar do tempo, os problemas patológicos que emergem nos edifícios vão-se agravando, daí que, como expressa a Lei de Sitter, as correções são mais duráveis, mais fáceis de executar e mais baratas, quanto mais cedo forem realizadas” (CHAVES, 2009).

Desse modo, Chaves (2009) explica em seus textos que, quando as medidas são tomadas ainda em fase de projeto para estender a vida útil das estruturas, menor será o custo das mesmas. Entretanto, quando realizadas somente na fase de execução, considerando-se atingir o mesmo tempo de vida útil, esse custo será cinco vezes maior que o custo mencionado anteriormente.

Assim, a manutenção preventiva tende a elevar o custo em até vinte e cinco vezes que o considerado na fase de projeto. Além disso, a estrutura estará suscetível ao aparecimento de anomalias devido o desempenho reduzido. Aumentando os custos em até cento e vinte e cinco vezes provenientes dos reparos provenientes dos reparos necessários.

A Lei de Sitter, conforme a Figura 2, também destaca que a manutenção corretiva é

muito mais desvantajosa que a preventiva (PEREIRA, 2011).



**Figura 2:** Lei da evolução de custos ou Lei de Sitter (Helene, 1992).

### ***Causas da deterioração das estruturas***

As causas da deterioração das estruturas podem ser divididas em duas categorias, sendo elas extrínsecas e intrínsecas.

Souza e Ripper (1998) explicam que as causas de deterioração das estruturas de concreto podem ser classificadas em intrínsecas e extrínsecas. As intrínsecas estão relacionadas aos próprios elementos físicos da estrutura, sendo originadas por falhas humanas, características do material ou problemas surgidos durante a execução ou uso da obra. Já as extrínsecas dizem respeito a fatores externos que atuam sobre a estrutura ao longo de sua vida útil ou ainda na fase de concepção, não estando ligadas diretamente à composição do concreto ou ao processo construtivo.

### ***Recuperação***

A recuperação é compreendida como a correção de problemas patológicos nas estruturas. Segundo Souza e Ripper (1998), a qualidade desses serviços está diretamente ligada à identificação precisa das causas que motivaram a intervenção e à análise detalhada dos efeitos gerados. Somente após essa etapa é possível definir a técnica mais adequada, considerando a escolha criteriosa dos materiais, equipamentos e da mão de obra necessária para a execução.

### ***Formas patológicas encontradas com mais frequência***

#### ***Trincas e fissuras***

O estudo das trincas e fissuras tem importância particular em meio às outras manifestações patológicas. Isso acontece devido três aspectos fundamentais: o alerta de um estado crítico e perigoso da condição da estrutura; o comprometimento do futuro desempenho da construção (isolamento acústico, estanqueidade à água, etc.) e o incômodo gerado sobre os usuários do local (THOMAZ, 1989).

Segundo Corsini (2010), as trincas e fissuras são manifestações patológicas que surgem em regiões onde esforços de tração atuantes excedem a resistência do material. O rompimento acontece como meio de alívio dessa tensão. Podendo ocorrer tanto em alvenarias quanto nas peças de concreto, seja na parte estrutural ou até mesmo em revestimentos.

Conforme o mesmo autor, quanto à forma de manifestação, as fissuras podem ser classificadas em geométricas ou mapeadas e subdivididas em ativas ou passivas. As geométricas são observadas em elementos de alvenaria, juntas de assentamento ou elementos estruturais de concreto e as mapeadas estão geralmente relacionadas à retração de argamassa/concreto, sendo aberturas superficiais (CORSINI, 2010).

Quanto à atividade, Olivari (2003) considera que ao detectar uma fissura, um dos primeiros processos deve ser classificá-la em ativas ou passivas. As fissuras ativas são aquelas que não estão estabilizadas e as passivas já não atuam sobre a estrutura.

Para Oliveira (2012), essa patologia ainda pode ser caracterizada por três parâmetros geométricos básicos: abertura, extensão e profundidade. Conceito este que, conforme a Tabela 3 pode ser usada para distinguir os tipos de lesão ocasionados: as fissuras, trincas, rachaduras, fendas e brechas.

**Tabela 3: Classificação de fissuras de acordo com sua abertura (Oliveira, 2012).**

TIPO DE LESÃO	ABERTURAS (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0
Fenda	De 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Para Thomaz (1989) e Oliveira (2012), as causas dessa patologia variam de acordo com a origem dos esforços e relatam os principais fatores como:

- Fissuras causadas pela movimentação térmica;
- Fissuras causadas por retração expansão;
- Fissuras causadas por reações químicas;
- Fissuras causadas por atuação de sobrecargas;
- Fissuras causadas por deformações excessivas de estruturas de concreto;
- Fissuras causadas por recalque de fundações;
- Fissuras causadas por detalhes construtivos.

#### *Fissuras causadas por movimentação térmica*

Segundo Mazer (2008), as variações de temperatura resultam numa oscilação dimensional dos materiais de construção a partir de movimentos de dilatação (aumento de temperatura) ou a contração (diminuição da temperatura) dos mesmos. Essa movimentação depende diretamente de suas propriedades físicas e da intensidade da variação dessa temperatura; a amplitude das tensões desenvolvidas deriva da intensidade da movimentação, do grau de restrição imposto pelos vínculos e das propriedades elásticas do material.

De acordo com Thomaz (1989), a atuação do sol é a principal fonte de calor causadora da variação da temperatura dos elementos da construção civil, porém, outros fatores também podem influenciar no grau de calor da construção, como:

- A direta e difusa intensidade da radiação solar;
- A particularidade do componente, sua intensidade de absorção superficial pode ser variar de acordo com a tonalidade de cor do elemento; superfícies escuras absorvem mais calor que às claras;
- A capacidade de transferência de calor do meio para a superfície do componente, dependendo diretamente da rugosidade da superfície, velocidade do ar, orientação da superfície, etc.;
- As propriedades térmicas dos materiais utilizados como: calor específico, massa específica aparente e coeficiente de condutibilidade térmica.

“As manifestações patológicas trincas de origem térmicas podem também surgir por movimentações diferenciadas entre componentes de um elemento, entre elementos de um sistema e entre regiões distintas de um mesmo material.” (OLIVEIRA, 2012, p. 10).

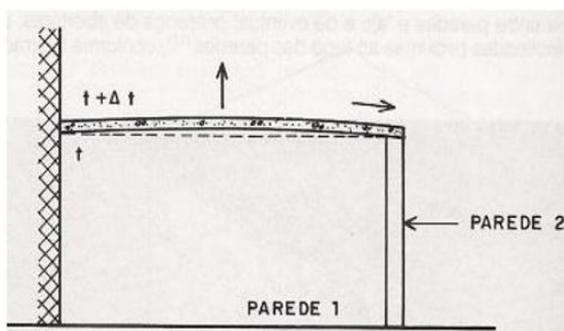
Magalhães (2004) relata que além dos fatores expostos acima, as fissuras mais comuns

ocasionadas pelas variações térmicas acontecem pela movimentação de elementos estruturais como lajes e vigas e possui configuração horizontal, entre a parede e estes elementos. As variações dimensionais e as curvaturas dos mesmos geram tensões de tração e cisalhamento nas alvenarias.

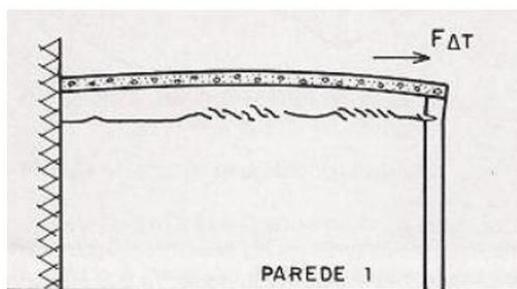
Conforme Oliveira (2012), as coberturas planas das edificações são mais suscetíveis a mudanças térmicas que os componentes verticais, como os elementos de alvenaria. Portanto, as diferenças entre os coeficientes de expansão térmica desses componentes intensificam os movimentos diferenciais. O coeficiente de dilatação térmica do concreto é aproximadamente duas vezes maior que o das alvenarias convencionais.

Para Thomaz (1989), outro aspecto importante a ser considerado são as diferenças de movimentação entre as superfícies superiores e inferiores das lajes. As solicitações mais intensas geralmente acontecem em sua parte superior.

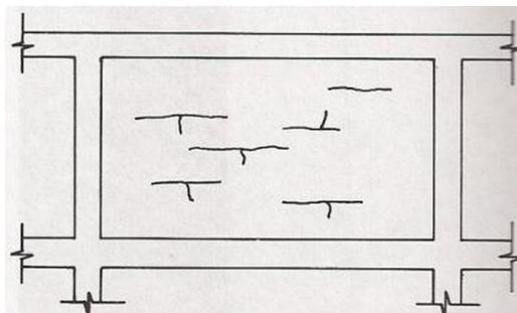
Thomaz (1989) ainda afirma que, no caso das paredes de sustentação, as lajes se encontram vinculadas a elas, ocasionando tensões tanto no corpo das paredes quanto nas lajes e representa nas Figuras 3, 4 e 5, as movimentações das lajes de cobertura, por ação das variações térmicas.



**Figura 3:** Movimentação da laje, por ação do aumento da temperatura (Thomaz, 1989).



**Figura 4:** Fissuras que ocorrem nas lajes por movimentações térmicas, tipicamente horizontais, linha paralela à laje (Thomaz, 1989).



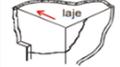
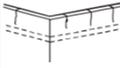
**Figura 5:** Fissuras horizontais causadas por expansão dos tijolos (Thomaz, 1989).

A prevenção das fissuras causadas por movimentações térmicas deve ser feita limitando o calor gerado pelas reações exotérmicas de hidratação do cimento (DAL MOLIN, 1988). Para Thomaz (1989), além de melhorar o isolamento térmico da estrutura, outra alternativa para a

prevenção de fissuras causadas por variação térmica das lajes, pode ser feita a partir da desvinculação do elemento estrutural com as paredes.

Loturco (2005) recomenda a movimentação independente dos elementos e apresenta o método que utiliza a separação dos mesmos que consiste no apoio da laje sobre elementos flexíveis, como mantas de impermeabilização ou chapas de PVC em camadas duplas. Outra opção para recuperação do problema é a raspagem da junta aliada ao preenchimento com selante flexível. Um resumo das fissuras causadas por variações térmicas pode ser visto no Quadro 1 apresentado por Magalhães (2004).

**Quadro 1: Fissuras causadas por variações de temperatura (Magalhães, 2004).**

TÉRMICAS	Fissuras causadas por variações de temperatura
	Fissuras horizontais por movimentação térmica da laje
	Fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje
	Fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje
	Fissuras verticais por movimentação térmica da laje
	Fissuras inclinadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado
	Fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado
	Fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria
	Fissuras de destacamento de platibandas por movimentação térmica

### *Fissuras causadas por retração e expansão*

Para Magalhães (2004), as fissuras por retração são causadas pela movimentação de elementos construtivos ou de seus constituintes por retração de produtos a base de cimento. Já as fissuras causadas por expansão acontecem por movimentações higroscópicas de expansão dos elementos que a constituem por absorção de umidade.

A relação água/cimento é diretamente relacionada com a qualidade do concreto e da argamassa, ou seja, com a resistência do produto final. De acordo com Helene (1992), em média, para que o cimento se hidrate completamente, uma relação água/cimento de aproximadamente 0,4 é o suficiente.

Segundo Thomaz (1989), a hidratação desse material consiste na transformação de compostos anidros mais solúveis em compostos anidros menos solúveis, ocorrendo durante a hidratação, à formação de uma camada de gel em torno dos grãos dos compostos anidros.

As formas de retração mais importantes dos produtos a base de cimento são:

a) Retração química: Para Thomaz (1989) a reação química entre o cimento e a água se dá com redução de volume (contração de cerca de 25% de seu volume original).

b) Retração de secagem: Thomaz (1989) mostra que o excesso de água na hidratação do concreto ou argamassa para melhor trabalhabilidade do produto promove um acúmulo de água no interior da massa que, posteriormente, ao evaporar irá reduzir o volume da mesma.

c) Retração por carbonatação: Na hidratação do cimento a cal hidratada reage com o gás carbono presente no ar, formando o carbonato de cálcio, essa reação promove a redução do volume da massa (THOMAZ, 1989).

d) Retração por plástica: Ocorre pela perda rápida de água logo após a aplicação da mistura.

Podendo ser agravada pela incidência de ventos, exposição ao sol, calor e baixa umidade do ar (THOMAZ, 1989).

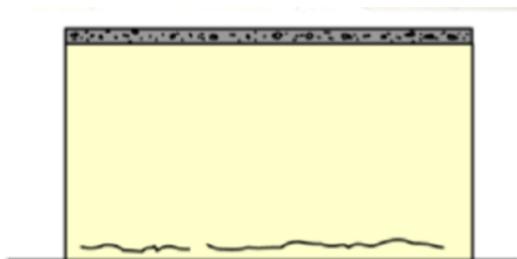
São fatores que influenciam a retração: a composição química, quanto mais fino o cimento maior a retração; a quantidade de cimento na mistura, quanto mais cimento mais a mistura retrai; a natureza e granulometria dos agregados, a retração é proporcional à taxa de absorção de água dos agregados; a quantidade de água na mistura, quanto maior o consumo de água maior a retração; granulometria do agregado; quanto mais finos mais a necessidade de água na mistura; e as circunstâncias de cura e umidade relativa do ar (VIDES, 2003).

Geralmente esse tipo de fissura ocorre no centro das placas onde há maiores tensões e tem pouca influência na segurança estrutural, entretanto, compromete a estanqueidade e desempenho da construção. Seu mecanismo de formação é semelhante aos das fissuras por movimentação térmica (MAGALHÃES, 2004).

Para Dal Molin (1988), alguns cuidados podem ser tomados a fim de prevenir essas fissuras, como: a utilização da maior quantidade possível de agregados graúdos, redução admissível da quantidade de água, fazer uso de juntas de dilatação evitar agregados com presença de argila; dentre outros.

Segundo Thomaz (1989), no caso da expansão por absorção de umidade acontece o inverso da retração. Os materiais porosos estão sujeitos a variações de dimensão com as mudanças higroscópicas. A diminuição do teor de umidade acarreta em uma contração do material enquanto o aumento leva a uma expansão. Em situações em que há vínculos que impossibilitem ou limitem essas variações na dimensão, poderão surgir fissuras nos elementos e componentes do sistema construtivo.

Dentre as diversas formas pelas quais a umidade pode ter acesso aos materiais, tem-se a umidade proveniente da fabricação do material; umidade resultante da execução da obra; provenientes das chuvas e do solo por capilaridade (THOMAZ, 1989). Uma configuração típica das fissuras por expansão da alvenaria são as horizontais, como pode ser visto na Figura 6, causadas pelas movimentações higroscópicas devido à absorção de umidade.



**Figura 6:** Trinca horizontal na alvenaria por efeito da umidade do solo (Thomaz, 1989)

Quando os tijolos, blocos e a argamassa absorvem a água, a expansão gera movimentações distintas entre esses elementos, acarretando na maioria das vezes, nas fissuras horizontais. Essas fissuras podem se manifestar em qualquer ponto onde há presença de umidade ou na base da estrutura decorrente da ascensão por capilaridade. Outra característica relatada em alguns casos é o destacamento da argamassa no topo do muro como mostrado na Figura 7 (THOMAZ, 1989).

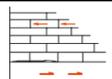
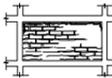
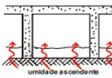
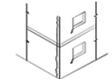


**Figura 7:** Trinca horizontal na alvenaria por efeito da umidade do solo (Thomaz, 1989).

Conforme Duarte (1998) apud Magalhães (2004), quanto às alvenarias, as fissuras causadas por retração e expansão são semelhantes às provocadas por variações térmicas, pois seus mecanismos de formação são os mesmos.

Um resumo das fissuras causadas por retração e expansão pode ser visto no Quadro 2 apresentado por Magalhães (2004).

**Quadro 2: Fissuras causadas por retração e expansão (Magalhães, 2004).**

RETRAÇÃO - EXPANSÃO	Fissuras causadas por retração e expansão
	Fissuras horizontais em paredes por retração da laje
	Fissuras na base de paredes por retração da laje
	Fissuras verticais em paredes por retração da laje
	Fissuras de descolamento de paredes de alvenaria por retração
	Fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria
	Fissuras horizontais por expansão da alvenaria
	Fissuras verticais por expansão da alvenaria

### *Fissuras causadas por detalhes construtivos*

Segundo Magalhães (2004), as fissuras decorrentes de detalhes construtivos geralmente estão relacionadas a falhas e incorreções na execução, como a desconsideração das propriedades físicas dos materiais, a falta de atenção à impermeabilidade e estanqueidade dos elementos, além da ausência de projetos de detalhamento. O autor aponta ainda que fatores como o contato inadequado de elementos metálicos ou de madeira com as paredes, calhas e tubos de queda mal dimensionados, deficiências nas armações, espessura e assentamento incorretos das argamassas também contribuem significativamente para o surgimento dessas fissuras.

A deficiência na amarração dos blocos pode causar fissuras associadas à movimentação da edificação como as variações térmicas, recalques, retração, etc. Quando o elemento é solicitado por esses fenômenos, os pontos com déficit da amarração são os mais enfraquecidos e por isso mais suscetíveis ao aparecimento das fissuras (RIPPLINGER, 2011).

Para Magalhães (2004) a ausência ou deficiência de armação em paredes de alvenaria podem gerar fissuras verticais entre paredes justapostas e entre os tijolos e blocos que compõem a parede. Para prevenir essa patologia, a armação deve ser executada a partir do entrelaçamento dos blocos ou tijolos ou pela introdução de elementos metálicos nas juntas de argamassa durante o assentamento. Rodrigues (2013) explica que, segundo a NBR 8545 (ABNT, 1984), o processo de execução da junção, ou seja, o encunhamento varia conforme os elementos a serem ligados. Nos casos de ligação entre junções de alvenaria, recomenda-se que os travamentos sejam realizados em forma de “T”. Já nas ligações entre a alvenaria e os pilares, é indicado o engastamento por meio de barras de aço com diâmetro entre 5,0 mm e 10,0 mm, espaçadas a cada 60 cm.

No caso da ancoragem das alvenarias aos pilares, o travamento também pode ser melhorado com o uso de barras de aço tipo “ferro cabelo”, fixadas com adesivo epóxi (SOUZA, et al., 1998). Ou telas metálicas eletrosoldadas, fixadas com auxílio de pinos, arruelas e

cantoneiras, colocadas de duas em duas fiadas começando da segunda fiada.

A NBR 8545 (ABNT, 1984) ainda recomenda o travamento conforme mostrado nas Figuras 17 e 18 e aconselha quanto ao uso de vergas, sobre o vão de portas e janelas e contravergas sob o vão das janelas excedendo a largura da abertura em no mínimo 20cm.

### *Desenvolvimento de musgo, fungos e bactérias*

Segundo Chaves (2009), o surgimento de bactérias e fungos está associado a condições específicas, como alta umidade atmosférica, temperaturas elevadas, ausência de radiação solar e de ventilação, além da presença de revestimentos de cor clara. Esses microrganismos se manifestam inicialmente por meio de manchas ou filamentos, que evoluem para colônias escuras capazes de cobrir grandes áreas e deteriorar o revestimento. No caso dos musgos, seu desenvolvimento pode causar perfurações e descamações, levando à destruição do material.

### *Destacamento*

Para Rodrigues (2006) apud Chaves (2009), o destacamento das pinturas pode ser causado pela perda de aderência do revestimento ou da separação espontânea da pintura e sua base devido à falta de aderência. Essa perda de aderência pode ser proveniente de:

- a) Presença de umidade na base resultante de fissuras, vazamentos, revestimentos porosos;
- b) Aplicação da pintura em superfícies empoeiradas;
- c) Não aplicação de primário ou primário inadequado;
- d) Escolha do produto não considerando os fatores de exposição do mesmo, como altas temperaturas, umidade, correntes de ar;
- e) Incompatibilidade física, química e mecânica entre o produto de pintura e a base de aplicação;
- f) Não cumprimento do tempo de secagem indicado entre as demãos;
- g) Doseamentos distintos causando diferentes camadas do revestimento;
- h) Término da vida útil da tinta;
- i) Desrespeito pelo tempo para aplicação após a mistura dos componentes.

Segundo Souza (2008), para correção do problema é preciso primeiro promover a estanqueidade do local, acabando com as infiltrações e penetração de água. Feito isso, após a secagem, fazer a remoção do material destacado, lixar ou escovar dependendo da gravidade do problema, promover a impermeabilização em casos de locais próximos à base das edificações e, por fim, retornar com a camada de pintura.

## **METODOLOGIA**

O trabalho realizado trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, através de um estudo de caso, e de acordo com Silva (2004), a pesquisa aplicada tem como objetivo proporcionar conhecimentos para aplicação da prática e solucionar problemas específicos. Sendo assim, o trabalho teve foco em apresentar conceitos, formas características e as causas das patologias mais frequentes nas construções, com o propósito de apresentar possíveis soluções aos problemas encontrados durante um à análise de caso de uma edificação escolar.

De acordo com os objetivos pleiteados, esta pesquisa inicia-se com uma pesquisa exploratória. Segundo Marconi e Lakatos (2011), esta constitui o primeiro estágio de toda pesquisa científica. Além disso, após essa etapa, será abordada a pesquisa descritiva, dado que, para Silva (2004) tem a função de descrever as variáveis encontradas isoladamente e caráter explicativo que determina ou contribui para ocorrência de fatos e investiga o conhecimento da realidade.

Sobre a abordagem, a presente pesquisa é qualitativa e se desdobrará em três componentes principais: levantamento bibliográfico, levantamento de dados secundários e pesquisa através de

entrevista em profundidade. Conforme Silva (2004), nesse tipo de pesquisa cada análise tem sua particularidade e permite que sejam tomadas as decisões específicas em relação as suas respectivas prevenções.

Quanto aos procedimentos técnicos, será realizada uma pesquisa bibliográfica, pois, segundo Cervo et al. (2007), é o meio mais adequado quando se deseja obter informações científicas, pois é desenvolvida a partir de livros ou artigos já elaborados e publicados. Portanto, permite ao investigador uma cobertura mais ampla do tema em estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escola foi construída em 1972, com recursos municipais, localizada na Rua São Domingos do Prata, nº 37, bairro José Elói. Possui dois pavimentos, estrutura em concreto armado, laje pré-fabricada com lajotas cerâmicas e cobertura metálica. Dispõe de 10 salas de aula, laboratório de informática, biblioteca, quadra, refeitório, entre outros espaços.

Em 2015, uma forte tempestade arrancou a cobertura da escola, que foi reconstruída apenas em 2017. Durante esse período, a estrutura permaneceu exposta às intempéries, o que contribuiu significativamente para o surgimento de diversas patologias, especialmente aquelas relacionadas à umidade.

### *Casos Patológicos Analisados*

#### *Caso I – Fissuras Verticais*

Localizadas na sala de supervisão e nas junções de paredes das salas de aula. As fissuras acompanham pilares e divisórias construídas posteriormente (Figuras 8, 9 e 10).

Causa: Falta de aderência entre elementos construtivos.

Solução: Inserção de telas eletrossoldadas e travamentos adequados nas junções, conforme sugerido por Medeiros e Franco (1999).



**Figura 8:** Fissura vertical na alvenaria acompanhando o pilar.



**Figura 9:** Fissura vertical em junção de paredes.



**Figura 10:** Fissura vertical em junção de paredes.

### *Caso II – Mofo e Bolor*

Presente em paredes de salas de aula, banheiros e vigas do corredor (Figuras 11 e 12). A patologia surgiu devido à exposição prolongada da laje à chuva.

Causa: Umidade excessiva, falta de ventilação e pintura inadequada (tinta látex em banheiros).

Solução: Limpeza com hipoclorito, aplicação de tintas acrílicas e reparos no revestimento.



**Figura 11:** Bolor na parede da sala de aula.



**Figura 12:** Bolor e destacamento da pintura no banheiro feminino.

### *Caso III – Fissuras nos Peitoris das Janelas*

Identificadas em diversos pontos, como mostrado na Figura 13.

Causa: Ausência de impermeabilização e de pingadeiras, além de vidros quebrados que facilitam a entrada de água.

Solução: Instalação de pingadeiras e vedação adequada das aberturas.



**Figura 13:** Fissuras nos peitoris das janelas.

#### *Caso IV – Destacamento da Pintura*

Verificado na fachada da escola, próximo ao solo (Figura 14).

Causa: Umidade por capilaridade do solo, agravada pela falta de impermeabilização na base da estrutura.

Solução: Impermeabilização da fundação e reaplicação da pintura.



**Figura 14:** Destacamento da pintura na fachada da escola.

#### *Caso V – Fissura Horizontal no Muro*

Fissura contínua na base do muro lateral (Figuras 15).

Causa: Movimentações higroscópicas decorrentes da absorção de umidade pelo piso e pela base da alvenaria.

Solução: Impermeabilização correta da base do muro e correção das infiltrações.



**Figura 15:** Fissura horizontal na alvenaria do muro.

#### *Caso VI – Deterioração da Base do Pilar*

Desgaste visível e armadura exposta em pilares do pátio (Figura 16).

Causas Possíveis: Corrosão provocada por íons cloreto, baixo cobrimento do concreto e exposição a produtos químicos e umidade.

Solução: Retirada do concreto deteriorado, tratamento das armaduras e recomposição com materiais adequados, conforme Andrade (1992).



**Figura 16:** Armadura aparente no pilar.

#### *Caso VI – Fissuras e Brechas no Muro Frontal*

Fissuras verticais e aberturas na base dos pilares metálicos no muro da frente da escola (Figura 17).

Causa: Ausência de reforço estrutural adequado, principalmente estribos e armaduras para suportar esforços gerados pela tela metálica.

Solução: Reconstrução do muro com dimensionamento adequado das armaduras e reforço para resistir aos momentos negativos.



**Figura 17:** Brechas no muro da frente.

## CONCLUSÕES

A pesquisa investigou as principais patologias construtivas da Escola Estadual Louis Enschede, localizada em João Monlevade (MG), por meio de vistorias, análise histórica da edificação e aplicação do método de Lichtenstein para diagnóstico e definição de condutas corretivas.

Foram identificados problemas como mofo, bolores, trincas, fissuras e corrosão de armaduras, geralmente relacionados à umidade (por capilaridade, infiltração e condensação), à ausência de manutenção preventiva e a falhas construtivas (como falta de impermeabilização,

pingadeiras e armaduras adequadas).

As manifestações patológicas comprometeram tanto a estética e funcionalidade do edifício quanto a segurança e saúde dos usuários. Em muitos casos, os danos poderiam ter sido evitados com a adoção de normas técnicas durante a execução e manutenção da obra.

A pesquisa reforça a importância de estudos técnicos sobre patologias em edificações como forma de prevenir danos, melhorar a qualidade construtiva e reduzir custos futuros. Recomenda-se aprofundar o estudo sobre procedimentos de recuperação e elaborar orçamentos estimativos para intervenções corretivas.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**. São Paulo: PINI, 1992.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545**: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos – Procedimento. Rio de Janeiro, 1984.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção**: Patologia, reabilitação, prevenção. Tradução de L. M. M. D. Beck. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

CHAVES, A. M. V. A. **Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2009.

CORSINI, R. Trinca ou fissura? **Téchne**, São Paulo, jul. 2010.

CREMONINI, R. A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre**: Recomendações para projeto, execução e manutenção. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

DAL MOLIN, D. C. C. **Fissuras em estruturas de concreto armado**: Análise das manifestações típicas e levantamentos de casos ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

GRANATO, J. E. **Patologia da construção**. São Paulo: [s.n.], 2012.

HELENE, P. R. L. **Corrosão em armaduras para concreto armado**. São Paulo: PINI, 1986.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1992.

HELENE, P. R. L. Introdução da durabilidade no projeto das estruturas de concreto. *In*: WORKSHOP DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES, 1997, São Leopoldo. **Anais [...]**. São Leopoldo: [s.n.], 1997.

LOTURCO, B. Fissuras no último pavimento. **Téchne**, São Paulo, n. 99, 2005.

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em alvenaria**: Configurações típicas e levantamento de incidência no Estado do Rio Grande do Sul. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- MAZER, W. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. Curitiba, 2008. Apostila.
- MEDEIROS, J. S.; FRANCO, L. S. **Prevenção de trincas em alvenarias através do emprego de telas soldadas como armadura e ancoragem**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1999.
- OLIVARI, G. **Patologia em edificações**. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003.
- OLIVEIRA, A. M. **Fissuras, trincas e rachaduras por recalque diferencial de fundações**. 2012. Monografia (Especialização em Engenharia de Estruturas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- OLIVEIRA, D. F. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- PEREIRA, P. S. **Programa de manutenção de edifícios para as unidades de atenção primária à saúde da cidade de Juiz de Fora**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.
- PIRES, R. L. **Patologia nas edificações com ênfase em estruturas de concreto**. 2011. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- RIPPLINGER, Z. M. **Patologias em obras de alvenaria: Soluções para evitá-las**. 2011. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2011.
- RODRIGUES, A. C. **Levantamento das principais manifestações patológicas em edificações residenciais de uma construtora de Porto Alegre**. 2013. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- SILVA, E. L. D. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. [S.l.: s.n.], 2004.
- SILVA, F. B. **Patologia das Construções: Uma Especialidade na Engenharia Civil**. [S.l.: s.n.], 2011. p. 4.
- SOUZA, V. C. E.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Editora Pini, 1998.
- THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenções e recuperação**. São Paulo: Pini, 1989.
- VIDES, G. R. *et al.* Concretos sin y com retracci3n controlada para la rehabilitaci3n de estructuras. *In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO*, 8., 2003, [S.l.]. **Anais [...]**. [S.l.: s.n.], 2003.
- VITÓRIO, A. A importância da manutenção para a sustentabilidade do ambiente construído. **Revista UNIARAGUAIA Online**, Goiânia, 2005.