

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL – ETEC ITAQUERA II

ENSINO MÉDIO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES

Eduardo Jorge Antunes

Guilherme Fontes Leal

Henrique da Silva Costa

Rafael Firmino Lyra

**DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DAS PATOLOGIAS EM
ESTRUTURAS E REVESTIMENTOS: ABORDAGENS E
SOLUÇÕES**

São Paulo

2024

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL – ETEC ITAQUERA II**

CURSO: EDIFICAÇÕES

Eduardo Jorge Antunes

Guilherme Fontes Leal

Henrique da Silva Costa

Rafael Firmino Lyra

**DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DAS PATOLOGIAS EM
ESTRUTURAS E REVESTIMENTOS: ABORDAGENS E
SOLUÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por Eduardo Jorge Antunes, Guilherme Fontes Leal, Henrique da Silva Costa e Rafael Firmino Lyra como pré-requisito para a conclusão do Ensino Médio e Técnico em **Edificações**, da Escola Técnica Estadual - **Etec Itaquera II**, elaborado sob a orientação do Prof. Lucas Andrade da Silva Bianchini.

São Paulo

2024

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL – ETEC ITAQUERA II

ENSINO MÉDIO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES

Eduardo Jorge Antunes, Guilherme Fontes Leal, Henrique da Silva Costa e Rafael
Firmino Lyra

**DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DAS PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS E
REVESTIMENTOS: ABORDAGENS E SOLUÇÕES**

Aprovado em: ____ de _____ de _____.

ORIENTADOR

Prof. Esp. Lucas Andrade da Silva Bianchini – Etec Itaquera II

RESUMO

Em uma analogia com a medicina, uma obra de engenharia pode ser equiparada ao corpo humano, sujeita a vários problemas que podem comprometer sua funcionalidade. A engenharia diagnóstica é um ramo significativo que tem como propósito analisar, prever, classificar e implementar medidas de controle e recuperação dos fenômenos patológicos em uma variedade de empreendimentos. Dessa forma, em virtude da relevância e urgência em obter uma compreensão mais aprofundada do tema, foi conduzida uma revisão bibliográfica que abordou os seguintes assuntos: patologias na construção civil, causas das patologias, depreciação das edificações, diagnóstico, mecanismos de deterioração das estruturas de concreto, fissuras e trincas, umidade e infiltração, corrosão de armaduras, manutenção e um quadro sistemático de intervenção corretiva. Realizou-se também uma reforma de uma guarita institucional situada na cidade de São Paulo, estado de São Paulo, com o intuito de identificar as manifestações patológicas da estrutura, bem como propor medidas mitigadoras para remediar as questões encontradas. Dessa maneira, é evidente a relevância da engenharia diagnóstica na identificação e no tratamento de manifestações patológicas antes que atinjam um estágio crítico e possam colocar em risco a segurança e a durabilidade da edificação. Portanto, é possível inferir que a análise das patologias se constitui em uma ferramenta imprescindível para a prevenção, manutenção e reabilitação das edificações.

Palavras-chave: Engenharia Diagnóstica, Patologias, Construção Civil, Manutenção, Durabilidade.

ABSTRACT

Abstract In an analogy with medicine, an engineering structure can be compared to the human body, subject to various issues that may compromise its functionality. Diagnostic engineering is a significant field aimed at analyzing, predicting, classifying, and implementing control and recovery measures for pathological phenomena across a range of projects. Considering the importance and urgency of gaining a deeper understanding of the subject, a bibliographic review was conducted addressing the following topics: construction pathologies, causes of pathologies, building depreciation, diagnosis, mechanisms of concrete structure deterioration, cracks and fissures, humidity and infiltration, reinforcement corrosion, maintenance, and a systematic framework for corrective intervention. Additionally, a renovation of an institutional guardhouse located in São Paulo city, São Paulo state, was carried out to identify pathological manifestations in the structure and propose mitigating measures to address the identified issues. Thus, the relevance of diagnostic engineering in identifying and treating pathological manifestations before they reach a critical stage, potentially endangering the safety and durability of the building, is evident. Therefore, it is possible to infer that pathology analysis constitutes an essential tool for preventing, maintaining, and rehabilitating buildings.

Keywords: Diagnostic Engineering, Pathologies, Civil Construction, Maintenance, Durability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1 – Exemplo de trinca.....	14
Figura 2 – Exemplo de recalque.....	15
Figura 3 – Exemplo corrosão de armaduras de concreto.....	15
Figura 4 – Exemplo de infiltração.....	16
Figura 5 – Exemplo de eflorescência.....	17
Figura 6 – Exemplo de mofo e bolor na parede.....	18
Figura 7 – Fluxograma do método resolutivo para patologias.....	28
Figura 8 – Gráfico sobre as causas patológicas em processos da construção.....	34
Figura 9 – Parâmetros utilizados para classificar as manifestações patológicas.....	35

Fotos

Foto 1 – Estágio inicial da guarita (posterior).....	32
Foto 2 – Estágio inicial da guarita (frontal).....	33
Foto 3 – Rachadura na parede.....	37
Foto 4 – Rachadura na parede de 8 mm.....	37
Foto 5 – Infiltração e descascamento de tinta.....	38
Foto 6 – Janela quebrada.....	38
Foto 7 – Materiais utilizados na Guarita.....	41
Foto 8 – Massa corrida utilizada.....	41
Foto 9 – Tinta Utilizada.....	41
Foto 10 – Projeto Final da Guarita.....	47
Foto 11 – Projeto Final da Guarita (perspectiva diferente).....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Medida de aberturas.....	14
Tabela 2 – Causas Diversas de patologias na construção civil.....	47
Tabela 3 – Classificações patológicas	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Objetivos.....	9
1.1.1	Objetivos gerais.....	9
1.1.2	Objetivos específicos.....	9
1.2	Organização dos Capítulos	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO PARA PESQUISA	11
3	METODOLOGIA.....	12
4	DESENVOLVIMENTO.....	13
4.1	Patologias estruturais e não estruturais: Identificação e Impactos.	13
4.1.1	PATOLOGIAS ESTRUTURAIS.	13
4.1.2	PATOLOGIAS NÃO ESTRUTURAIS.	16
4.2	CAUSAS E FATORES CONTRIBUINTES PARA PATOLOGIAS.....	19
4.3	DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DE PATOLOGIAS	22
4.3.1	MÉTODO PARA A SOLUÇÃO DE UM PROBLEMA PATOLÓGICO.	23
4.3.2	A PRÁTICA DO MÉTODO PARA A SOLUÇÃO DE UM PROBLEMA PATOLÓGICO.	25
4.4	IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS E DA PATOLOGIA.....	28
5	ESTUDO DE CASO	31
5.1	Patologias identificadas	35
5.2	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	37
5.2.1	Materiais necessários.....	37
5.2.2	Materiais utilizados	38
5.2.3	Equipamentos utilizados.....	38
5.3	SOLUÇÕES PARA OS PROBLEMAS IDENTIFICADOS	41
5.3.1	Conclusão Pós Reparo.....	45
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A construção civil enfrenta desafios complexos relacionados à durabilidade e integridade de estruturas e revestimentos. As patologias construtivas, caracterizadas por falhas e defeitos que comprometem o desempenho da edificação, são um dos principais problemas enfrentados por engenheiros e arquitetos. Essas patologias podem ser causadas por diversos fatores, incluindo erros de projeto, defeitos de trabalho, uso inadequado de materiais e condições ambientais desfavoráveis. O correto diagnóstico destas patologias é essencial para determinar soluções eficazes que garantam a segurança e longevidade das estruturas. Neste contexto, uma investigação aprofundada dos mecanismos de falha, aliada à aplicação de métodos de diagnóstico avançados, permite não só a identificação das causas das patologias, mas também a formulação de estratégias de intervenção que minimizem os impactos negativos e previnam a recorrência dos problemas. Assim, a abordagem técnica ao diagnóstico e tratamento de patologias de estruturas e coberturas deve ser rigorosa, baseada em análises científicas detalhadas e na aplicação de tecnologia avançada, visando garantir a eficácia das intervenções e preservar a integridade dos edifícios ao longo do tempo.

Ao considerar os desafios enfrentados no cenário da construção civil, destaca-se em específico neste trabalho as patologias construtivas, sendo este estudo concentrado na investigação do diagnóstico e tratamento das patologias em estruturas e revestimentos. No filme “Os Vingadores: Ultimato” (2019), imagens dos colapsos são usadas para representar como a batalha entre os heróis e o exército de Thanos destrói a cidade. Sequências dramáticas retratam a queda de estruturas em edifícios e estabelecimentos, proporcionando um cenário visual evocativo para falar sobre as implicações da falha estrutural em situações de alto estresse. Embora sejam fictícias, estas cenas mostram claramente o que está em jogo no que diz respeito à integridade estrutural e à necessidade de um planejamento adequado na concepção e construção para evitar desastres reais. A exemplo, são as mudanças nas estruturas habitacionais, que acabam por afetar o bem-estar das pessoas na cidade, e as estruturas de transporte, como pontes e estradas, que são trabalhadas há séculos e estão sempre em busca da melhor forma de atender às necessidades da população naquele momento.

Ademais, estas e muitas outras estruturas foram projetadas para apoiar o avanço da população. Considerando esta situação, a crescente procura de novos materiais e tecnologias cria a necessidade de criar estruturas energeticamente eficientes. Contudo, mesmo os melhores modelos podem causar patologias e, em última análise, causar problemas, sejam questões financeiras por precisar pagar por reparos ou problemas corporais por acabar machucando alguém. Entretanto, patologia da construção é um estudo que visa investigar os defeitos da edificação, dos materiais, ferramentas e equipamentos e visa descobrir o princípio e a compreensão do processo de manifestação e transformação do sistema patológico, além dos dados da sua manifestação. Por outro lado, os problemas nem sempre são imediatamente reconhecidos e traduzidos de modo claro, exigindo encontrar formas e meios de pesquisa científica para solucionar a problemática.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é apresentar de forma clara e precisa as principais patologias da construção civil, identificar as suas causas, as medidas preventivas mais eficazes e as estratégias corretivas necessárias. Através de uma análise detalhada, procuramos esclarecer os fatores que influenciam o surgimento de problemas estruturais e de manutenção, e fornecer soluções eficazes para reduzir e corrigir esses erros.

1.1.1 Objetivos gerais

- Identificar e evitar problemas como rachaduras, trincas, fissuras, infiltrações e deslocamento de revestimentos.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar as principais patologias em estruturas e revestimentos;
- Revisar procedimentos de diagnósticos de inspeção;
- Sugerir soluções eficazes e estratégias de tratamento.

1.2 ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS

Aqui devem ser descritos como cada capítulo foi organizado.

No Capítulo 2, referencial teórico, são descritos os autores utilizados como base para o trabalho

No Capítulo 3, Metodologia, são descritos os materiais e métodos utilizados nesse trabalho

No Capítulo 4, Desenvolvimento, são apresentadas as bases de trabalho e as principais referências que permitiram dar encaminhamento ao estudo.

No Capítulo 5, Estudo de caso, é apresentado o caso do trabalho em específico e as aplicações das referências.

No Capítulo 6, Resultados, são apresentados os resultados e realizadas as discussões dos efeitos de vizinhança nas edificações.

No Capítulo 7, Considerações Finais, são apresentadas as principais conclusões obtidas e os trabalhos futuros que derivarão dessa monografia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO PARA PESQUISA

Esta pesquisa teve seu embasamento em diversos estudos realizados por vários outros profissionais como:

CARMO. Gerenciamento de edificações: proposta de metodologia para o estabelecimento de um sistema de manutenção de estruturas de concreto armado. Dissertação (Mestrado em Patologia das Construções) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2000.

LICHTENSTEIN, Norberto Blumenfeld. Patologia das construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. 1985. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

LOTTERMANN. Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso. Trabalho Conclusão De Curso Engenharia Civil, Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul, Rio Grande Do Sul, 2013

REZENDE, Allan. ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS APRESENTADAS EM HOSPITAL NA CIDADE DE RAUL SOARES /MG Trabalho Conclusão De Curso Engenharia Civil das Faculdades DOCTUM de Caratinga, 2019.

BAUER, E.; CASTRO, E. K.; ANTUNES, G. Processo de identificação das manifestações patológicas em fachadas com revestimento cerâmico. IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, Belo Horizonte, Brasil, 2011.

3 METODOLOGIA

Fora utilizado como método de desenvolvimento desse trabalho um aprofundado estudo sobre as principais patologias encontradas na construção civil, identificando suas causas, métodos de prevenção mais eficazes e as estratégias de remediação aplicáveis para aplicar em um estudo de caso no qual envolve uma reforma de uma guarita institucional. Através de uma análise detalhada, buscou-se elucidar os fatores que contribuem para o surgimento de problemas estruturais e de manutenção, oferecendo soluções práticas para mitigar e corrigir essas deficiências. A abordagem adotada visa proporcionar um entendimento abrangente das questões envolvidas e contribuir para a melhoria das práticas e técnicas na área da construção civil.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 PATOLOGIAS ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS: IDENTIFICAÇÃO E IMPACTOS.

Identificar e compreender patologias em estruturas e revestimentos é importante para garantir a durabilidade e segurança dos edifícios. Conforme Helene (1992), a patologia estrutural é um ramo da tecnologia que estuda os sintomas, mecanismos, causas e origens dos defeitos das construções civis, ou seja, o estudo dos componentes que compõem o diagnóstico do problema. As patologias podem ser agrupadas em componentes estruturais e não estruturais, cada um dos quais tem consequências diferentes para a funcionalidade e desempenho dos edifícios.

4.1.1 PATOLOGIAS ESTRUTURAIS.

A patologia estrutural afeta a capacidade de carga e a estabilidade dos edifícios. De acordo com o engenheiro Paulo Helene, patologias estruturais envolvem falhas que comprometem a segurança e a funcionalidade das estruturas, como fissuras, deformações e corrosão (Helene, 1992).

Para Lottermann (2013), as patologias nas edificações são os principais problemas que ameaçam a vida das edificações. Alguns dos fatores que podem ser considerados são as causas da patologia, como a má gestão do processo produtivo e o uso/manutenção incorreta nos casos em que o monitoramento mostra a utilização de recursos de baixa qualidade.

No ramo da construção civil, os problemas mais comuns são, por exemplo, fissuras em componentes estruturais e fissuras no revestimento (SOUZA & RIPPER, 1998).

Trincas, fissuras e rachaduras são aberturas que ocorrem em vários pontos da estrutura e podem ser causadas por diversos fatores como perda de concreto, tensões ou movimentação da estrutura. Como retrata Paulo Helene (1992), as trincas não afetam apenas a aparência e o desempenho das edificações, mas também permitem a entrada de umidade e agentes agressivos que aceleram a deterioração do material. Entretanto, as trincas afetam diretamente a capacidade de suporte e a estabilidade da estrutura. A ABNT NBR: 9573/2012, estima que se uma abertura tiver entre 0,50 mm e 1,00 mm, é considerada uma trinca.

Tabela 1 – Medida das aberturas

Classificação	Abertura (mm)
Fissura	< 0,50
Trinca	$0,50 \leq e < 1,00$
Rachadura	$1,00 \leq e < 1,50$

Fonte: Adaptado de ABNT NBR (9573:2012).

Figura 1 – Exemplo de trinca.



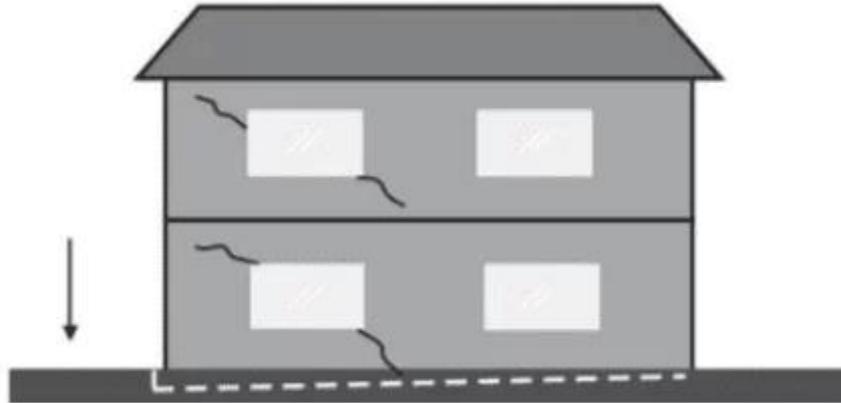
Fonte: ALEXANDRE MAINARDI NOAL (2023).

Os recalques, como flechas e empenamentos, resultam de carregamentos inadequados ou erros de projeto e execução. A pressão vertical sobre o solo provoca deformação devido à redução do índice de vazios e ao aumento da tensão efetiva. (REZENDE, 2019).

A deformação do solo moverá as fundações (recalques) e gerará danos tanto a estrutura quanto a estética. A diferença de resolução é a diferença do nível em que a estrutura desce, seja angular ou não, não sendo consideradas as dimensões da estrutura. (REZENDE, 2019).

Essa patologia é causada pela alteração do tamanho do solo e pela penetração de água entre os poros, o que é chamado de consolidação. Esta pressão ocorre ao longo do tempo e pode variar ao longo de muitos anos (aumentando o buraco nas anomalias). As aberturas aparecem nas paredes de alvenaria na horizontal, na vertical e na diagonal, conforme mostra a Figura 2. (OLIVEIRA, 2012).

Figura 2 – Exemplo de recalque

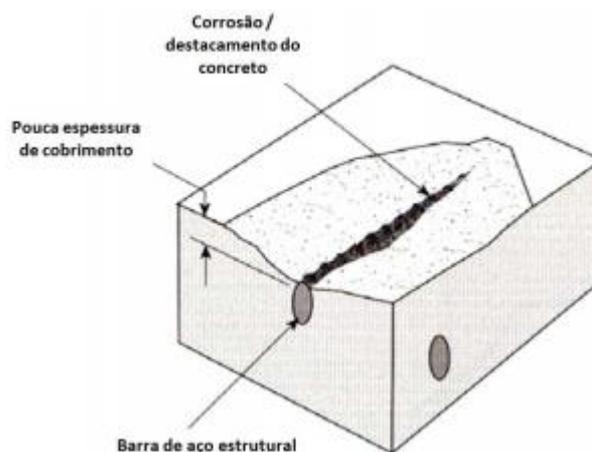


Fonte: REZENDE (2019)

A corrosão das armaduras é um dos problemas mais críticos nas estruturas de concreto armado. Nunes (2008) comenta que “a corrosão reduz a taxa de armadura, reduz a capacidade resistente da estrutura e acelera a deterioração do concreto”.

A corrosão geralmente é causada pela entrada de água e nitrogênio, que ataca a armadura e fissa o concreto (Nunes, 2008). O uso de revestimentos protetores e o uso de concreto de baixa permeabilidade são estratégias importantes para reduzir a corrosão.

Figura 3 – Exemplo corrosão de armaduras de concreto



Fonte: WALBERTO (2018).

Uma das principais preocupações sobre o surgimento de sintomas patológicos é que a rápida progressão dos problemas pode levar a outros problemas secundários.

De acordo com Helene (1992), quanto mais cedo as mudanças forem feitas, mais tempo serão eficazes, mais fáceis serão de implementar e mais dispenciosas serão.

4.1.2 PATOLOGIAS NÃO ESTRUTURAIS.

A infiltração ocorre quando a água entra nas estruturas devido a sistemas inadequados de impermeabilização ou vedação. Segundo Marcos Souza (2008), as infiltrações podem causar danos extensivos aos acabamentos, estruturas e sistemas internos, além de promover o crescimento de fungos e bolores. A penetração pode ser identificada por escurecimento, inchaço e revestimento deficiente.

As principais causas de infiltração são falta de impermeabilização, vazamento de tubulações e falta de drenagem adequada (Souza, 2008). Problemas de implementação, como uso inadequado de materiais impermeabilizantes ou conexões fracas, são comuns.

A infiltração pode levar ao desgaste do material, à degradação do revestimento e a problemas de saúde, como o crescimento de mofo e bolor, afetando a qualidade do ar interior e a saúde dos ocupantes (Souza, 2008).

Figura 4 – Exemplo de infiltração.



Fonte: Sabino (2020).

A eflorescência é um depósito branco geralmente formado por sais minerais que aparecem na superfície da alvenaria e são recobertos pelo movimento da água. Segundo Castro (2011), “as eflorescências são um indicativo de problemas na umidade e podem afetar a estética e a durabilidade das superfícies”. Ocorre quando a água transporta sais dissolvidos para a superfície e faz com que eles cristalizem.

A principal causa da eflorescência é a umidade que transfere sais minerais para a superfície dos materiais de construção (Castro, 2011). Isto pode ser causado por problemas de infiltração, águas subterrâneas ou drenagem.

Embora não afetem a estrutura, a eflorescência pode danificar os revestimentos e diminuir a beleza do revestimento. É de difícil remoção e existem muitos tratamentos especiais para remover os depósitos e tratar as causas da umidade (Castro, 2011).

Figura 5 – Exemplo de eflorescência



Fonte: FRANK VINCENTZ (2021).

Mofa e bolor são tipos de fungos que prosperam em ambientes úmidos e mal ventilados. Em concordância ao Paulo Helene (1992), “o mofo e o bolor são fungos que proliferam em superfícies úmidas e podem causar danos às estruturas e à saúde dos ocupantes”.

Figura 6 – Exemplo de mofo e bolor na parede.



Fonte: MANTOVANINI (2017).

É muito comum que este tipo de patologia ocorra em paredes molhadas por infiltração ou vazamento de água. Os mofos são fungos e vegetais que causam danos aos materiais utilizados na construção, os bolores são fungos que se alimentam de matéria orgânica em decomposição, tornando a superfície da parede opaca e feia. (Fernandes, 2018).

4.2 CAUSAS E FATORES CONTRIBUINTES PARA PATOLOGIAS

O aparecimento de patologias nas construções é um tema recorrente na literatura da engenharia civil e da arquitetura, sendo um dos principais desafios enfrentados pelos profissionais deste setor. Segundo Lottermann (2013), patologias podem ser definidas como defeitos que comprometem o desempenho da edificação, reduzindo sua vida útil e gerando altos custos de reparo e manutenção. Dentre as principais causas de ocorrência de patologias, os erros de projeto têm se mostrado um fator crítico. Projetos mal elaborados ou que não levam em consideração as especificidades do local, as características do material e as condições ambientais podem gerar falhas estruturais, infiltrações, fissuras, entre outros problemas. Por exemplo, a falta de um estudo detalhado sobre o comportamento dos materiais em determinadas condições climáticas pode levar a uma escolha inadequada de revestimentos, o que por sua vez causa uma série de problemas patológicos (ANTUNES, 2013).

As patologias construtivas estão frequentemente associadas a deficiências nas fases de planejamento e projeto. Conforme Helene (2011), essas falhas podem variar desde a escolha inadequada de materiais até a falta de considerações importantes das condições ambientais do canteiro de obras. O autor destaca que a falta de detalhamento técnico e de estudos específicos sobre o comportamento dos materiais ao longo do tempo pode levar ao desenvolvimento de trincas, vazamentos e outros problemas estruturais que colocam em risco a durabilidade e a segurança das edificações. A escolha inadequada dos materiais, sem levar em conta fatores como exposição ao clima, umidade e carga aplicada, é um dos principais erros que contribuem para o aparecimento de patologias. exposição ao clima, umidade e carga aplicada, é um dos principais erros que contribuem para o aparecimento de patologias.

Além disso, em concordância com Souza (2012), a utilização de materiais inadequados ou de má qualidade é um dos principais contribuintes para a ocorrência de patologias nas edificações. Muitas vezes isso acontece quando os materiais especificados no projeto são substituídos por alternativas mais baratas durante a execução das obras, sem se atentar às suas propriedades e adaptação ao contexto específico da construção. Como resultado, a resistência e durabilidade do edifício ficam comprometidas, criando problemas como corrosão, deslocamento de

revestimentos e deterioração prematura dos componentes estruturais. Um exemplo clássico desse tipo de patologia é observado em obras onde tem sido utilizado concreto de má qualidade, que provocam trincas e fissuras, que além de afetarem a estética da construção, colocam em risco a segurança dos usuários da edificação (Freitas, 2014).

Ademais, com os conceitos de Santos (2012), quando um projeto é executado sem um planejamento adequado e uma análise detalhada das condições do lugar, muitas decisões acabam sendo executadas de forma improvisada na obra ou completamente ignoradas, o que traz consequências significativas como perdas, má qualidade na execução dos serviços e retrabalhos afetando o planejamento e o orçamento. Além disso, essa falta de planejamento pode levar a escolhas inadequadas de materiais e técnicas construtivas, levando a patologias que comprometem a segurança e a durabilidade das edificações, causando sérias dores de cabeça aos engenheiros e construtores.

A origem das patologias está relacionada com as fases de vida da estrutura em que surgiram e a sua incidência está diretamente relacionada com o controle de qualidade aplicado em cada fase. Segundo Lichtenstein (1986), quanto mais cedo ocorrer o defeito, mais difícil será o reparo.

Quando os defeitos são oriundos dos projetos, estes podem estar ligados a má qualidade dos materiais ou a não compatibilidade dos mesmos. Outro erro bastante comum é o não detalhamento do projeto ou um detalhamento insuficiente, onde o projetista não retrata informações suficientes para que o profissional responsável possa executar o projeto. Quando os defeitos são originados na execução, a principal causa é a mão de obra desqualificada, seja por falta de conhecimento técnico ou por falta de controle dos serviços executados. (CREMONINI, 1988).

Então, diante disso, citaremos alguns exemplos de causas que podem afetar o desempenho do projeto, sua execução e manutenção, favorecendo as patologias na construção. Dentre as diversas causas de patologias na construção civil, podemos destacar algumas, conforme tabela abaixo:

Tabela 2 – Causas Diversas de patologias na construção civil.

PROJETO	EXECUÇÃO	MANUTENÇÃO
Não contratar engenheiro ou arquiteto adequado e especializado para a realização do planejamento do projeto.	Falta de acompanhamento da execução da Obra.	Falta de profissionais que realizem a adequada manutenção e limpeza.
Não escolher os materiais adequados para a construção.	Falha em compreender as informações corretas da realização do projeto.	Falta de manutenção.
Não prever as juntas de dilatação.	Deduzir informações ausentes.	Falta de limpeza.
Falha no planejamento do projeto.	Descumprir normas e técnicas.	
Não seguir as normas técnicas e requisitos das leis estabelecidas para a realização do projeto.	Ausência fiscalização.	
Não conhecer as características do solo e do clima da região.	Desconhecimento das Normas, Especificações e conceitos básicos para a realização da obra.	
Não especificar materiais e serviços.	Acondicionamento de produtos em locais inadequados.	
Não contratar mão de obra qualificada.	Falta de atenção.	
	Falta comprometimento.	

Fonte: Filho, Miranda, Souza, Ramos (2022).

4.3 DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DE PATOLOGIAS

Diagnosticar patologias construtivas é um passo absolutamente importante para garantir a segurança, a sustentabilidade e a eficiência dos edifícios ao longo do seu ciclo de vida. No contexto da engenharia civil, onde os edifícios enfrentam uma variedade de desafios ambientais e estruturais, a identificação precoce e precisa de patologias pode significar a diferença entre a manutenção adequada e a falha estrutural de um edifício. Conforme Lichtenstein (1985), o processo de diagnóstico de patologias não deve limitar-se em nenhum caso à simples observação superficial de sintomas visíveis, como fissuras ou manchas úmidas. Pelo contrário, Lichtenstein defende que um diagnóstico eficaz deve basear-se numa análise profunda e detalhada das causas subjacentes que levam ao aparecimento destas patologias, o que requer uma compreensão completa da complexa interação entre materiais, técnicas de construção e meio ambiente. as condições às quais o objeto está exposto.

Lichtenstein (1985) afirma que o processo de avaliação deve incluir a aplicação de métodos científicos avançados para estudar o comportamento dos materiais e estruturas ao longo do tempo, tendo em conta as diferentes condições de utilização e influências ambientais. Ele ressalta que só uma abordagem criteriosa, aliando o conhecimento teórico e a prática na área, permite identificar corretamente as reais causas das patologias, em vez de se limitar ao tratamento dos sintomas visíveis. Por exemplo, a simples observação de uma fissura pode levar a interpretações errôneas se não forem considerados fatores como a qualidade do concreto, as tensões internas criadas pelas variações térmicas ou a ação de agentes químicos presentes no ambiente.

A complexidade das interações encontradas em uma estrutura exige que o diagnóstico de patologias seja um processo multidisciplinar. Lichtenstein (1985) defende que a avaliação deve integrar conhecimentos de áreas como ciência dos materiais, física da construção e mecânica estrutural, além de incorporar dados sobre o histórico do edifício, incluindo os “eventos passados que contribuíram para o seu desenvolvimento”. Ele sugere que através da utilização de ensaios laboratoriais, como a análise petrográfica do concreto, o estado interno das estruturas pode ser mais bem compreendido, revelando anomalias que não são visíveis do exterior.

Portanto, Lichtenstein (1985) afirma que o diagnóstico de patologias deve ser considerado como um investimento estratégico na preservação e valorização do património edificado. Ele destaca que, ao adotar uma abordagem preventiva e proativa, os gestores da edificação não só garantem a segurança e o conforto dos usuários, mas também otimizam os custos de manutenção ao longo do tempo. A substituição de práticas reativas por práticas preventivas, baseadas em diagnósticos precisos e completos, representa uma mudança de referência que pode levar a uma redução significativa nos custos totais de operação das edificações, além de contribuir para a conservação do meio ambiente, para evitar desperdícios e a redução da necessidade de correções frequentes intervenções.

4.3.1 MÉTODO PARA A SOLUÇÃO DE UM PROBLEMA PATOLÓGICO.

Diante de uma manifestação patológica em uma edificação, é necessário realizar uma análise cuidadosa e detalhada do problema em questão, pois esse processo envolve muitas vezes um conjunto complexo de procedimentos específicos, que podem variar significativamente de acordo com as características únicas do edifício. A ocasião inerente a este tipo de análise reside na necessidade de identificar com precisão as causas contidas às patologias, que podem estar ligadas a diversos fatores, como dito no tópico anterior, falhas de projeto, falhas de execução, ou mesmo condições ambientais adversas que afetam diretamente os materiais e as técnicas construtivas utilizadas. Porém, como destaca Carmo (2000), um dos maiores desafios enfrentados pelos profissionais da construção é a falta de uma metodologia reconhecida mundialmente e validada cientificamente para fazer esse tipo de diagnóstico. Sem metodologia padronizada, a análise das patologias pode tornar-se um processo confuso, sensível a interpretações diversas e por vezes imprecisas, o que pode comprometer a eficácia das intervenções corretivas.

Voltando a citar Lichtenstein (1985), ele desenvolveu um quadro preciso e sistemático para a análise de problemas patológicos em edifícios, dividido em três etapas fundamentais, cada uma das quais tem o seu papel crucial para garantir diagnósticos precisos e intervenções eficazes. A primeira etapa, denominada levantamentos de subsídios, é a investigação de concessão, sendo essencial para a coleta de informações preliminares que darão suporte a todo o processo subsequente.

- Levantamento de subsídios: nesta fase inicial é realizada uma inspeção detalhada da área afetada, seguida de uma anamnese, que busca compreender a história da edificação, incluindo eventos anteriores que possam ter contribuído para o aparecimento de patologias.

Além disso, Lichtenstein enfatiza a importância dos testes complementares, que envolvem a aplicação de técnicas de laboratório e de campo para avaliar de forma mais completa o estado dos materiais e estruturas. A investigação aprofundada que acompanha esta fase é essencial para reunir toda a informação relevante, garantindo que nenhum aspecto relevante seja esquecido.

Compreendido o caso na sua totalidade, o processo passa para a segunda etapa: o desenvolvimento do diagnóstico.

- Diagnóstico de situação: Esta fase é precedida de um prognóstico, que avalia a viabilidade das intervenções que serão necessárias. Lichtenstein (1985) sugere que o prognóstico desempenha um papel crucial, pois determina não só a probabilidade de sucesso das intervenções propostas, mas também o impacto que estas intervenções terão na vida útil e funcionalidade do edifício. Portanto, o diagnóstico é construído com base em todas as informações e análises realizadas, o que proporciona uma visão clara das causas subjacentes aos problemas patológicos identificados.

Esta etapa requer uma síntese das evidências coletadas, o que permite uma compreensão integrada das causas das falhas e prepara o terreno para a determinação das intervenções necessárias.

A terceira e última etapa proposta por Lichtenstein (1985) envolve o estudo de alternativas de intervenção, onde são avaliadas diferentes abordagens para corrigir as patologias identificadas.

- Definição de conduta: Esta fase é particularmente crítica, pois envolve a decisão estratégica que deve equilibrar a eficácia das soluções propostas com os custos envolvidos e o impacto das intervenções no uso contínuo do edifício. Lichtenstein sublinha que a escolha da rota de ação a seguir deve basear-se numa análise cuidadosa das alternativas disponíveis, tendo em conta fatores como a sustentabilidade das

soluções, o tempo de implementação e a possibilidade de prevenir problemas futuros.

Depois de determinada a intervenção mais adequada, o plano é implementado, sempre com o objetivo de devolver o edifício a um estado seguro e funcional.

4.3.2 A PRÁTICA DO MÉTODO PARA A SOLUÇÃO DE UM PROBLEMA PATOLÓGICO.

Lichtenstein (1985) propôs uma estrutura robusta e detalhada para a análise de problemas patológicos, consistindo em uma série de etapas que se relacionam e formam um processo investigativo completo. O primeiro passo na fase de levantamento de subsídios é a realização de uma vistoria na área afetada, que, embora de simples execução, é de vital importância para o primeiro entendimento do problema. Durante esta inspeção, o técnico não apenas utiliza os sentidos e a observação direta, mas também utiliza uma variedade de ferramentas e testes rápidos de campo que podem fornecer indicações preliminares sobre a natureza do problema. Dependendo da complexidade da situação e da experiência do técnico, é possível fazer um diagnóstico preliminar imediatamente após este primeiro exame, que poderá orientar as fases subsequentes do processo de investigação.

No entanto, Lichtenstein (1985) alerta que em muitos casos as informações obtidas na fase inicial podem não ser suficientes para uma compreensão completa do problema. Nesses casos, torna-se necessária uma investigação mais aprofundada para estudar a história do edifício e o problema em si. A anamnese, nesse contexto, desempenha um papel decisivo, pois graças a ela o técnico pode recolher informações valiosas sobre o histórico de manutenções, intervenções anteriores e possíveis acontecimentos que contribuíram para o aparecimento de patologias. Essas informações podem ser obtidas por meio de depoimentos de pessoas envolvidas no projeto ou por meio de documentos formais como projetos arquitetônicos, registros de construção e notas fiscais de materiais e componentes utilizados. Este conjunto adicional de dados é essencial para se ter uma ideia mais precisa do problema e, portanto, determinar o diagnóstico com mais confiança.

Ademais, Lichtenstein (1985) ressalta que, mesmo com todas essas informações disponíveis, o técnico deve avaliar se está suficientemente preparado para fazer um diagnóstico preciso. Caso ainda tenham dúvidas, é necessária a

realização de análises mais aprofundadas e ensaios adicionais, que podem variar desde ensaios laboratoriais até a utilização das mais avançadas tecnologias para detecção de defeitos internos em estruturas. A especificação dos tipos de ensaios a serem realizados depende diretamente da natureza do problema e das suposições feitas pelo técnico durante as etapas anteriores. Esses ensaios visam esclarecer qualquer incerteza que possa existir, garantindo que o diagnóstico final seja o mais completo e preciso possível.

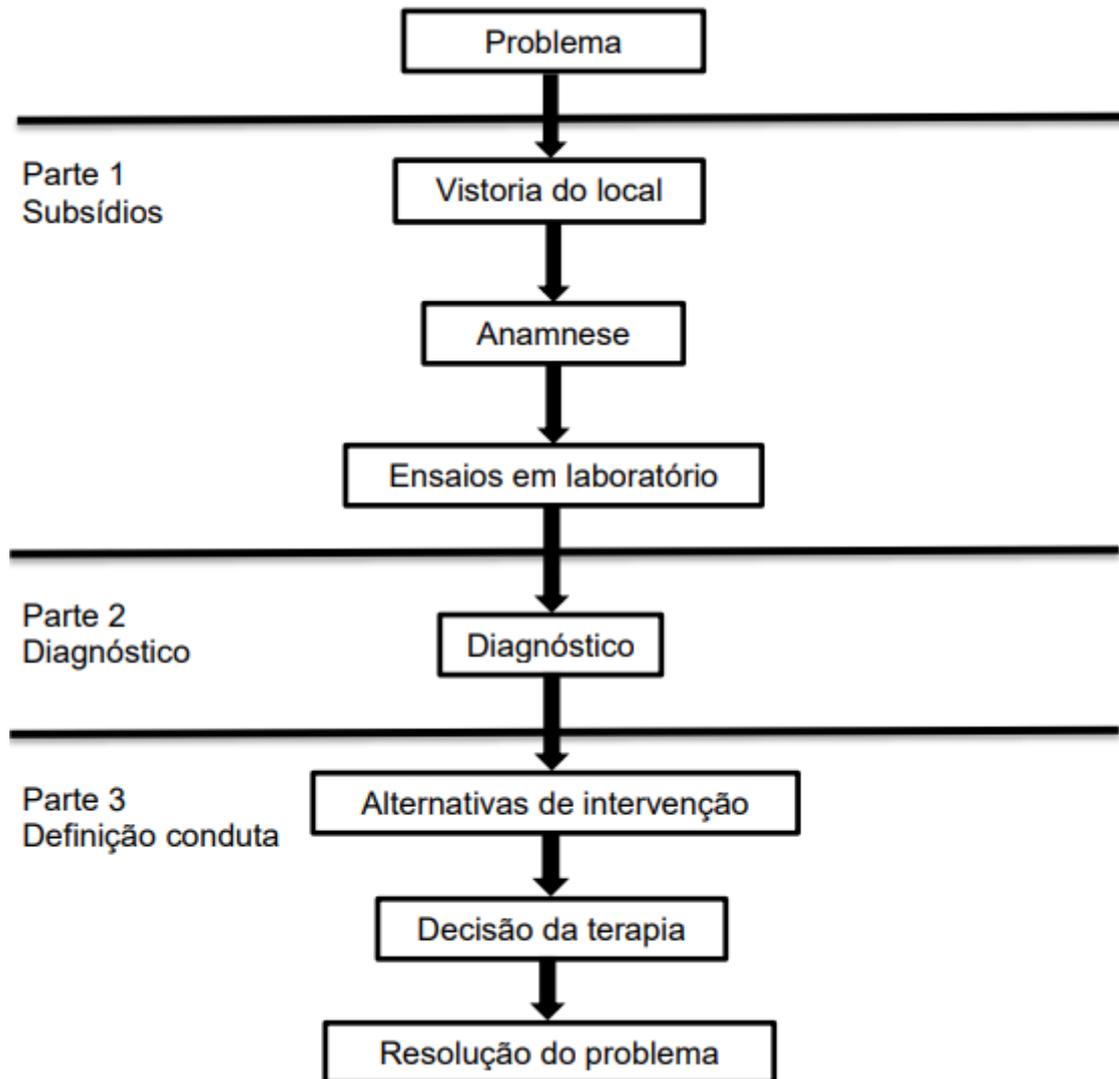
Apesar disso, Lichtenstein (1985) reconhece que, mesmo seguindo todos os passos descritos, podem existir situações em que o diagnóstico é muito difícil, principalmente quando a patologia em questão está dentro dos limites do conhecimento técnico disponível. Nestes casos, o técnico pode encontrar limitações que exijam uma extensa pesquisa bibliográfica ou, em casos extremos, investigação científica ou tecnológica mais avançada para resolver o problema. Porém, na maioria das situações, a informação recolhida ao longo do processo é suficiente para que o técnico diagnostique com segurança as causas, fenômenos intermédios e mecanismos da patologia.

Após receber um diagnóstico claro e preciso, o técnico consegue determinar o procedimento a seguir para solucionar o problema. Esta fase de tomada de decisão consiste no estudo das alternativas de intervenção, tendo em conta o prognóstico e o impacto de cada solução proposta. Lichtenstein (1985) indica que a escolha da melhor alternativa deve basear-se numa análise detalhada da relação custo/benefício, garantindo que a intervenção escolhida seja a mais eficaz e economicamente viável.

No final, o processo termina com a implementação das ações definidas, seguida de uma descrição detalhada do caso fazendo um registro em documento, que serve tanto para formalizar o histórico do trabalho como para difundir o conhecimento adquirido, evitando assim eventos semelhantes no futuro.

Para tornar mais simples e objetivo o processo de estudo de casos de problemas patológicos, recomenda-se a utilização da metodologia citada, uma estrutura básica de análise do problema. De acordo com os conceitos vistos de Lichtenstein (1985), propõe-se um fluxograma básico baseado em uma sequência de três etapas, divididas nos processos de análise e estudo, e é apresentado na figura a seguir:

Figura 7 – Fluxograma do método resolutivo para patologias.



Fonte: Lichstein (1985).

4.4 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS E DA PATOLOGIA.

O mapeamento e a avaliação de problemas são etapas essenciais em qualquer investigação aprofundada de patologias nas edificações, que constituem a base para um diagnóstico preciso e eficaz. Esse compromisso reflete a importância de uma abordagem metódica e científica, que visa identificar não só os sintomas visíveis das patologias, como fissuras, fissuras, aderências, corrosão, entre outros, mas também as suas causas subjacentes, muitas vezes ligadas a fatores complexos como defeitos de projeto, defeitos de construção, uso inadequado de materiais ou deterioração natural de elementos estruturais ao longo do tempo.

Analisando os problemas com base nas suas características específicas, como localização, extensão, progressão e materiais envolvidos, e combinando esta informação com os fatores ambientais e históricos do edifício, é possível uma avaliação mais profunda e segura das suas causas. Este nível de detalhe é essencial para que os profissionais responsáveis pelo diagnóstico possam não só tratar eficazmente as patologias, mas também prever possíveis falhas futuras que possam pôr em risco a segurança e funcionalidade da estrutura. Compreender como os problemas surgem – seja devido a erros de projeto, erros executivos, falta de manutenção ou condições externas imprevisíveis – é essencial para formular planos de reparo e manutenção que não apenas corrijam os danos existentes, mas também evitem sua recorrência.

Como indicam Andrade e Dal Molin (1997), a análise detalhada das causas e manifestações das patologias é um elemento-chave no desenvolvimento de estratégias robustas de manutenção das edificações. Essa prática permite aos profissionais não só tratar os sintomas imediatos dos problemas, mas também agir preventivamente, reduzindo a incidência de novas patologias e aumentando significativamente a confiabilidade das construções. Ao assumir uma postura proativa e baseada em dados durante o processo de investigação, torna-se possível mitigar riscos futuros e promover a preservação eficaz das estruturas, garantindo assim o seu desempenho funcional e estrutural ao longo do tempo.

Nesse sentido, os sentidos humanos também são essenciais no diagnóstico e identificação de patologias construtivas, sendo as principais ferramentas de percepção e interpretação da realidade para o técnico responsável. Em concordância com Lichtenstein (1985), o tato, a visão, a audição, o olfato e até o paladar

desempenham um papel essencial na compreensão dos problemas que surgem em um edifício. Ainda na linha de raciocínio de Lichtenstein (1985), embora o progresso tecnológico tenha levado ao desenvolvimento de equipamentos cada vez mais sofisticados, que permitem a análise quantitativa e precisa das manifestações patológicas, a sensibilidade dos sentidos humanos permanece insubstituível em muitos aspectos. A visão permite ao técnico, por exemplo, identificar fissuras, manchas de umidade, separações por desgaste ou deformações estruturais visíveis. Já a audição pode captar sons anormais, como estalos, que indicam movimentação indesejada de membros estruturais. O tato permite verificar a estrutura da superfície e a consistência dos materiais, o que permite detectar infiltrações. O olfato também pode ser crucial na identificação de problemas relacionados à infiltração de água ou à presença de mofo, enquanto o paladar, embora raramente utilizado, pode ser utilizado em casos muito específicos de análise de materiais.

Porém, as capacidades humanas têm os seus limites, e é aqui que os equipamentos de medição e análise se tornam essenciais, complementando as percepções sensoriais do técnico. Equipamentos devidamente utilizados funcionam como uma extensão dos sentidos humanos, permitindo uma análise mais profunda e precisa da realidade em questão. Quando usados corretamente, esses dispositivos fornecem dados objetivos para quantificar as impressões sensoriais. Esta ampliação das capacidades humanas através da tecnologia é essencial para que o técnico faça um diagnóstico mais detalhado e, assim, desenvolva soluções mais eficazes.

Assim, o diagnóstico no caso de patologia em construções pode ser definido como a identificação da natureza, da causa e da origem do desgaste. Para diagnosticar é necessário coletar o máximo de informações possível e depois separar o essencial dos acessórios. As informações podem ser obtidas por inspeção visual do desgaste e seu entorno; ensaios locais, rápidos e simples; de estudos laboratoriais; consulta aos autores dos projetos e usuários da construção, além de estudos de projeto, especificações, notas de campo, documentos diversos e correspondências disponíveis (REYGAERTS, 1980).

Então, o CSTC (Centre Scientifique et Technique de la Construction) propôs uma relação de aparelhos que, segundo Reygaerts (1980), são suficientes para examinar a grande maioria dos problemas patológicos. Sendo eles:

- Nível d'água.
- Fio de prumo.
- Régua e metro precisos.
- Higrômetro elétrico.
- Psicrômetro (do tipo termômetro úmido e seco).
- Termômetro de contato.
- Pacômetro.
- Papel indicador de PH.
- Dilatômetro.
- Testemunhas de metal ou vidro.
- Endoscópio.
- Lupa graduada.

5 ESTUDO DE CASO

Neste presente estudo de caso, consta uma reforma de uma guarita da Faculdade de Tecnologia (FATEC), situada nas instalações da Escola Técnica Estadual (ETEC) Itaquera II. A intervenção visou a melhoria das condições de conforto e funcionalidade da guarita, proporcionando um ambiente mais adequado e agradável tanto para os funcionários quanto para os visitantes. A construção apresentava diversas patologias e foi realizada por alunos do terceiro ano do curso Técnico de Edificações. A reforma da guarita foi concebida e executada como parte integrante dos projetos desenvolvidos pelos alunos, onde foram responsáveis por todas as etapas do processo, desde o planejamento inicial até a entrega final da obra. A Metodologia Científica foi um elemento central no desenvolvimento do projeto de reforma. Os alunos aplicaram técnicas de pesquisa e análise para identificar as melhores práticas e soluções construtivas, baseando suas decisões em dados e evidências científicas, sobretudo, garantindo uma melhor qualidade de serviço e bom aproveitamento dos materiais fornecidos pela Instituição.

A reforma busca adequar o ambiente da guarita realizando intervenções como o reparo de patologias, renovação da pintura interna, e adição de itens para aumentar a funcionalidade do espaço. Outro objetivo específico é transformar a percepção visual e térmica do ambiente por meio da escolha da cor “Mint Cream”, que cria uma sensação de amplitude e frescor, e da implementação de detalhes na pintura, como ondulações e outros elementos, proporcionando assim um toque estético e natural.

Foto 1 – Estágio inicial da guarita (posterior).



Fonte: Autoral.

Foto 2 - Estágio inicial da guarita (Frontal).



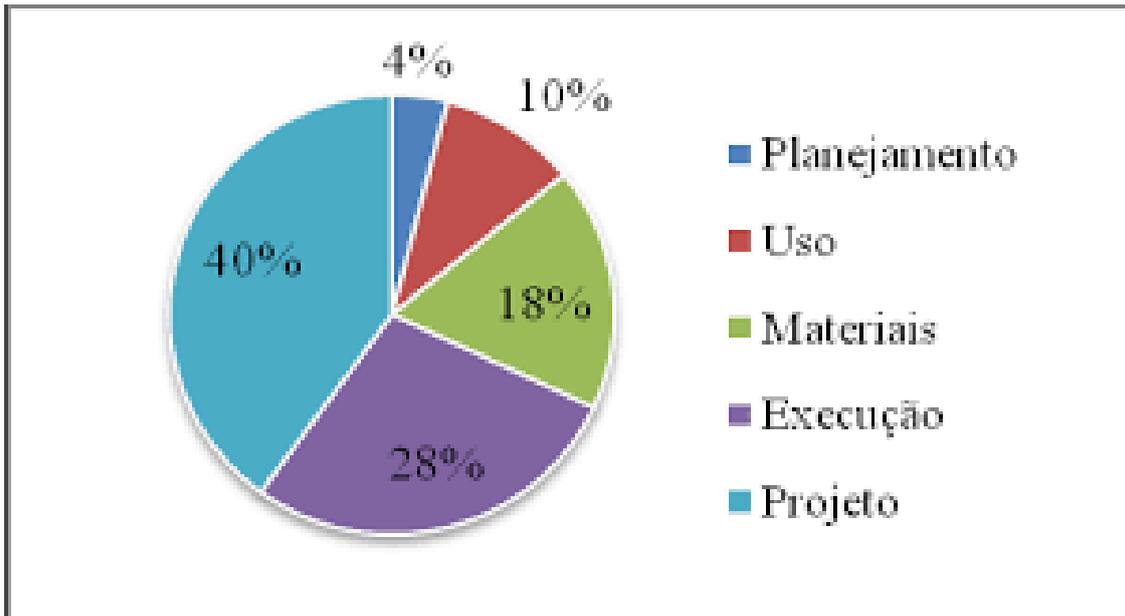
Fonte: Autoral.

A engenharia diagnóstica emerge como um campo crucial, voltado para a análise, previsão, classificação e implementação de ações para controlar e reabilitar as anomalias que surgem em diferentes projetos. Tendo em vista a relevância de se aprofundar nesse tema, foi realizada uma revisão autobibliográfica na reforma da guarita, abrangeu os seguintes temas: patologias na construção civil, suas causas, depreciação das estruturas, patologias, processos de deterioração de concreto, fissuras e trincas, umidade e infiltração, corrosão das armaduras, além de estratégias de manutenção e intervenções corretivas. Após a crucial análise, com o objetivo de identificar as manifestações patológicas presentes, assim como sugerir ações mitigadoras para resolver os problemas identificados e elaborar um orçamento para as intervenções recomendadas. Dessa forma, evidencia-se a relevância da engenharia diagnóstica na detecção e tratamento de problemas patológicos antes que se tornem graves, comprometendo assim a segurança e a longevidade da construção. Conclui-se, portanto, que o estudo das patologias é essencial para a prevenção, manutenção e restauração das edificações.

As patologias resultantes do processo de produção podem ser divididas em três categorias. A primeira categoria abrange aquelas relacionadas ao uso, que surgem da má utilização da infraestrutura e da deficiente manutenção. A segunda envolve as patologias construtivas, que decorrem do processo de construção e são causadas

pela inadequação dos materiais ou pela falta de formação dos profissionais envolvidos. Por fim, existem as patologias congênitas, que se originam das etapas de planejamento e projeto. De acordo com Paulo Helene (2003), um gráfico pode exemplificar a porcentagem sobre as causas das patologias nas etapas construtivas de uma obra.

Figura 8 – Gráfico sobre as causas patológicas em processos da construção.



Fonte: Helene (2003).

Cada patologia requer uma abordagem única para a sua correção. A seleção dos materiais é de extrema importância. Serem utilizados em reparos é um processo importante e complexo, considerando as vantagens e desvantagens. Pontos negativos, procedimentos de montagem, métodos de utilização e despesas. Da mesma forma que a seleção dos métodos empregados. Em certas situações, a restauração pode não ser possível, ocasionando assim a possível destruição da estrutura. De acordo com Correa (2013, p.4) Há uma classificação das manifestações patológica.

Figura 9 – Parâmetros utilizados para classificar as manifestações patológicas.



Fonte: Correa (2013).

No estudo da guarita foram identificados diversos tipos de patologias entre elas, podemos dividir em:

- Satisfatório: Sem manifestações patológicas, tolerável: Pequenas manifestações patológicas
- Alerta: Desagregação por ataque químico; Mancha de corrosão de armadura; Destacamento localizado no elemento; Exposição da armadura localizada no elemento
- Crítico: Fissuração excessiva; Destacamento generalizado no elemento; Exposição da armadura generalizada no elemento; redução da secção da armadura.

Na análise da reforma, foram identificadas somente níveis toleráveis e níveis críticos.

Tabela 3 - Classificações Patológicas.

Tipo	Manifestações Patológicas
A	Fissuras e trincas
B	Desgaste do concreto
C	Infiltração e umidade

Fonte: Autoral.

5.1 PATOLOGIAS IDENTIFICADAS

Durante a vistoria do local, foram identificadas diversas patologias nas estruturas, incluindo fissuras, trincas e rachaduras, com espessuras variando de 1 mm a 8 mm. Observou-se também descascamento de tinta em diferentes pontos das paredes, indicando problemas de umidade. Além disso, foram identificadas infiltrações próximas ao teto, que podem comprometer a estrutura a longo prazo. Algumas tomadas apresentavam fios soltos e desprotegidos, representando um risco elétrico significativo.

A iluminação do banheiro não está funcionando, mesmo após a substituição da lâmpada 3 vezes, o que sugere um problema mais profundo na fiação elétrica. Este problema requer uma inspeção detalhada para evitar riscos de curto-circuito ou incêndio. Além disso, várias janelas estão quebradas e não podem ser fechadas adequadamente, o que compromete a segurança e a ventilação do ambiente. Em dias quentes, o local se torna extremamente abafado, dificultando o conforto e a produtividade dos funcionários. Estes problemas evidenciam a necessidade urgente de uma reforma abrangente para garantir um ambiente seguro e adequado.

Foto 3 – Rachadura na parede.



Fonte: Autoral.

Foto 4 – Rachadura na parede de 8 mm.



Fonte: Autoral.

Foto 5 - Infiltração e descascamento de tinta.



Fonte: Autoral.

Foto 6 – Janela Quebrada.



Fonte: Autoral.

5.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

5.2.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS

Massa corrida: A massa corrida é um produto essencial na preparação das superfícies antes da pintura. Ela é utilizada para nivelar e corrigir imperfeições em paredes e tetos, proporcionando uma base lisa e uniforme. A aplicação da massa corrida permite tapar fissuras, trincas e pequenos buracos, garantindo que a superfície esteja pronta para receber a tinta. Essa preparação é crucial para obter um acabamento de alta qualidade, evitando que as imperfeições apareçam após a pintura.

Tinta: A tinta desempenha um papel fundamental não apenas na estética do ambiente, mas também na proteção das superfícies. Ao tingir as paredes e tetos, a tinta forma uma camada resistente que protege contra danos, umidade e desgaste. Existem vários tipos de tinta, cada uma adequada a diferentes necessidades e ambientes. As tintas acrílicas, por exemplo, são populares devido à sua durabilidade e resistência à água, tornando-as ideais para áreas internas e externas.

Pigmento: O pigmento é o componente da tinta responsável por fornecer cor e opacidade. Ele garante que a tinta cubra uniformemente a superfície, proporcionando a cor desejada e contribuindo para a durabilidade do acabamento. Os pigmentos podem ser naturais ou sintéticos, e são escolhidos com base na resistência à luz, intensidade da cor e compatibilidade com o tipo de tinta utilizada. A combinação correta de pigmento e tinta resulta em cores vibrantes e duradouras, que não desbotam com o tempo.

Selador: O selador é um produto aplicado antes da tinta, com a função de preparar a superfície para a pintura. Ele atua selando poros e fissuras, uniformizando a absorção da parede. Isso garante uma melhor aderência da tinta, evitando que a superfície absorva a tinta de maneira desigual, o que pode resultar em manchas e descoloração. O uso do selador é especialmente importante em paredes novas ou em superfícies que foram reparadas com massa corrida. Além de melhorar a aderência, o selador contribui para um acabamento mais duradouro e de alta qualidade.

5.2.2 Materiais utilizados

A escola disponibilizou os seguintes materiais para o projeto de renovação:

- Massa corrida;
- Selador;
- Tinta;
- Pigmento.

5.2.3 Equipamentos utilizados

Para garantir a segurança e eficiência durante a reforma, foram disponibilizados os seguintes equipamentos:

- Capacete: Essencial para a segurança, protegendo contra possíveis acidentes durante a obra.
- Luvas: Oferecem proteção às mãos, evitando contato direto com substâncias como mofo, tintas e outros materiais potencialmente nocivos.
- Óculos de proteção: Indispensáveis para proteger os olhos contra poeira, pequenos detritos e outros materiais que possam causar irritação ou lesões.
- Máscara: Utilizada para proteger contra a inalação de poeira e odores fortes de tintas e produtos químicos, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro e saudável.
- Lixas: Permitem deixar as superfícies mais lisas e uniformes, preparando-as adequadamente para receber acabamentos como tintas e texturas.
- Rolos de tinta: Essenciais para a aplicação uniforme de tintas em grandes áreas, facilitando o trabalho e garantindo um resultado final de qualidade.
- Desempenadeira: Utilizada na aplicação de massa corrida em paredes e tetos, garantindo uma superfície nivelada e preparada para o acabamento.
- Pincel: Ideal para a aplicação precisa de tintas em áreas menores e detalhes que requerem maior precisão.
- Espátulas: Auxiliam na aplicação e nivelamento da massa corrida, contribuindo para um acabamento uniforme e profissional.

Foto 7 – Materiais utilizados na Guarita.



Fonte: Autoral.

Foto 8 – Massa Corrida Utilizada.



Fonte: Autoral.

Foto 9 – Tinta Utilizada



Fonte: Autoral.

5.3 SOLUÇÕES PARA OS PROBLEMAS IDENTIFICADOS

A solução de problemas patológicos registrados na guarita segue o modelo sistemático de Lichtenstein. Seguindo o método mencionado (levantamento de subsídios, diagnóstico de situação e definição de conduta), torna-se viável abordar os problemas de maneira sistemática.

1. *Fissuras, Trincas e Rachaduras.*

- **Levantamento de Subsídios**

Neste momento inicial, uma detalhada inspeção foi realizada para identificar o tipo, localização e extensão das fissuras. A anamnese coletou informações sobre a história da construção, como a ocorrência de possíveis afundamentos do solo, excesso de peso ou vibrações. Adicionalmente, foi crucial verificar a presença de infiltrações que poderiam ter afetado a situação.

- **Diagnóstico de Situação**

A partir das informações obtidas, analisou-se a causa das fissuras, seja devido à contração do concreto, ajustes na estrutura ou possíveis deficiências no projeto. A análise considerou a probabilidade das ações, ponderando a gravidade dos danos e o impacto que as soluções poderiam ter na eficácia e durabilidade da estrutura.

- **Definição da Conduta**

Com base na avaliação realizada, optou-se pelo método de conserto mais adequado. Em situações menos intensas, foi utilizado massa corrida e argamassa de reparo para realizar o preenchimento e nivelamento. O processo consistiu em limpar o local, realizar os reparos necessários e concluir com cuidado aos detalhes, garantindo a ergonomia e a solidez da estrutura.

2. Remoção de tinta.

- **Levantamento de Subsídios**

Foi feita uma observação cuidadosa na região para avaliar a extensão do problema e identificar suas possíveis causas, como umidade, aplicação inadequada de tinta ou incompatibilidade de materiais. Entender a origem do problema foi essencial, pois conhecer a história da manutenção e das condições climáticas do local contribuiu significativamente para essa compreensão.

- **Diagnóstico de Situação**

Levou-se em conta o impacto gerado pela retirada da superfície exterior e a possibilidade de sua regeneração. Foi viável detectar a presença de infiltrações ou problemas de adesão considerando o tipo de tinta utilizada. O prognóstico considerou a hipótese de realizar a remoção e a aplicação de uma nova camada de tinta em áreas de diferentes tamanhos.

- **Definição de Conduta**

Após a remoção da tinta solta ou danificada, tornou-se essencial fazer a preparação adequada da superfície. Isso incluiu o uso de um primer adequado, que contribuiu para assegurar que a nova camada de tinta aderisse de forma eficaz e

deixasse a superfície uniforme. A escolha da tinta levou em conta as características do ambiente, como se tratava de uma área interna ou externa, e se estava exposta à umidade. O objetivo era garantir a durabilidade e prevenir o surgimento de problemas adicionais.

3. Infiltração nas Paredes - A presença de umidade infiltrada.

- **Levantamento de Subsídios**

A primeira fase envolveu a inspeção das áreas afetadas para descobrir a fonte da umidade. Isso envolveu uma avaliação do telhado, ralos e sistemas de drenagem adjacentes. Adicionalmente, foi crucial entender a história do prédio, verificando se já haviam sido feitas intervenções semelhantes ou se problemas de umidade persistiam.

- **Diagnóstico de Situação**

Com base na inspeção realizada, foi possível avaliar a extensão dos danos causados e os efeitos gerados na estrutura e nos acabamentos internos da edificação. O diagnóstico levou em conta também os materiais de construção, a severidade das infiltrações e a possibilidade de realizar os reparos necessários. A previsão objetivou antecipar a eficiência das alternativas e evitar eventuais prejuízos adiante.

- **Definição de Conduta**

A resolução consistiu em remover a umidade antes de proceder com qualquer melhoria na aparência. Isso envolveu a reparação de rachaduras visíveis na parte externa, a manutenção de telhados ou calhas danificados e a utilização de produtos impermeabilizantes adequados nas áreas afetadas das paredes. Porém, por não termos a devida autorização para procedimentos mais complexos, não foi possível implementar tais medidas. O passo seguinte consistiria em obter a autorização requerida para executar as medidas corretivas e garantir a segurança estrutural do prédio.

4. *Janelas e Tomadas*

- **Levantamento de Subsídios**

Foram realizadas inspeções nas janelas prejudicadas a fim de avaliar o nível de deterioração, incluindo problemas de vedação, dificuldades no fechamento ou danos nas estruturas. As tomadas soltas e a fiação elétrica do banheiro foram examinadas com o objetivo de detectar potenciais ameaças, como curtos-circuitos ou excesso de carga elétrica. Foram enviadas comunicações à entidade responsável para informar sobre a situação.

- **Diagnóstico de Situação**

As janelas foram analisadas em relação à sua influência na segurança e praticidade do espaço, abrangendo aspectos como ventilação e regulação da temperatura. As instalações elétricas foram avaliadas levando em conta os padrões de segurança elétrica e seu efeito no pleno funcionamento do local. A previsão abrangeu a avaliação de alternativas viáveis para a troca das janelas e a correção da fiação, garantindo a continuidade das atividades diárias no local.

- **Definição de Conduta**

As janelas danificadas precisaram passar por substituição ou reparo, visando assegurar uma vedação adequada e proporcionar maior segurança e conforto. Para garantir a segurança, é necessário fixar as tomadas soltas e verificar a fiação para prevenir acidentes. Neste caso, a iluminação do banheiro passou por uma revisão completa da fiação elétrica, com a troca de componentes danificados sendo necessária. Essas medidas devem ser tomadas em conformidade com a notificação previamente enviada à instituição escolar, a qual estava encarregada de realizar as intervenções.

5.3.1 Conclusão Pós Reparo

Nos dois contextos, a abordagem sistemática e técnica foi facilitada por meio do método de coleta de dados, diagnóstico e definição de procedimentos. Isso assegurou que as soluções fossem baseadas em dados concretos, promovendo a adoção de intervenções eficazes e duradouras. Adicionalmente, uma análise detalhada foi crucial para prevenir gastos desnecessários e problemas recorrentes, preservando a funcionalidade, a estética e a durabilidade da construção.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A reforma da guarita foi realizada conforme os critérios estabelecidos no projeto inicial, com um processo trabalhoso, foram preenchidos e vedados todos os tipos de fissuras, trincas e rachadura presentes na obra, ademais, após a aplicação de tinta, mofo e bolores também foram eliminados do ambiente. Após uma minuciosa avaliação geral do projeto, todas as etapas foram concluídas e o resultado foi satisfatório, além disso, o resultado alcançado superou as expectativas, abrangendo melhorias significativas em móveis, decoração, organização e limpeza do ambiente. desses problemas se deve à limitação de tempo, escassez de materiais, necessidade de autorização institucional e falta de profissionais especializados.

Foto 10 – Projeto Final da Guarita.



Fonte: Autoral.

Foto 11 – Projeto Final da Guarita (perspectiva diferente).



Fonte: Autoral.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste estudo foi apresentar as principais manifestações patológicas presentes em estruturas e edifícios de concreto, suas causas e a forma de sua recuperação e por fim apresentar um caso real onde as patologias foram recuperadas.

Durante a pesquisa constatou-se que, para diagnosticar patologias e propor soluções, é necessário que o profissional tenha uma boa formação em conhecimentos aplicados de materiais de construção e esteja intimamente ligado à construção. Outro aspecto importante para o estabelecimento continental é que as patologias apresentadas na maioria dos casos são causadas por desgastes devido ao tempo de inatividade e limpeza da guarita. Nenhuma causa foi encontrada para os próprios problemas de construção. Assim podemos concluir que concreto, rejuntas e pisos não duram para sempre sem manutenção.

Por fim, devemos lembrar que, segundo Lichtenstein (1985), pode haver mais de uma solução e mais de um procedimento de correção para cada tipo de problema, que pode ser adotado de acordo com fatores técnicos e condições econômicas, deve-se sempre atentar para a disponibilidade de tecnologia local e a existência ou não de pessoal, materiais e equipamentos qualificados no local.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, Bruno Mainardi Noal. **Entendendo as trincas e fissuras**. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/entendendo-as-trincas-e-fissuras/>> acesso em 10 de agosto de 2024.
- ANDRADE, Paloma Raquel Silva de. **Estudo de patologias em uma residência térrea**. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/residencia-terrea>>. Acesso em 10 de agosto de 2024.
- ANTUNES. **Tipos de Patologias da Construção Civil**. São Paulo. 2013. Acesso em 17 de agosto de 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9573: **Vermiculita expandida – Temperaturas final e inicial de amolecimento – Método de ensaio**. 2.ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. Acesso em 10 de agosto de 2024.
- BAUER, E.; CASTRO, E. K.; ANTUNES, G. **Processo de identificação das manifestações patológicas em fachadas com revestimento cerâmico**. IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, Belo Horizonte, Brasil, 2011. Acesso em 10 de agosto de 2024.
- CARMO. **Gerenciamento de edificações: proposta de metodologia para o estabelecimento de um sistema de manutenção de estruturas de concreto armado**. Dissertação (Mestrado em Patologia das Construções) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2000.
- CREMONINI. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção**. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/>> Acesso em 17 de agosto de 2024.
- FILHO, MIRANDA, SOUZA, RAMOS. **Artigo Científico de engenharia civil - Centro Universitário AGES**. Paripiranga, Bahia, 2022. Acesso em 17 de agosto de 2024.
- HELENE, Paulo R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini. Acesso em 10 de agosto de 2024.
- LICHTENSTEIN, Norberto Blumenfeld. **Patologia das construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. 1985. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-29072024-111004/pt-br.php>> Acesso em 10 de agosto de 2024.
- LOTTERMANN. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso**. Trabalho Conclusão De Curso Engenharia Civil, Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul, Rio Grande Do Sul, 2013. Acesso em 10 de agosto de 2024.

- MANTOVANI, Marina. **Mofa em casa: como se forma e como eliminar para sempre.** Disponível em https://www.homify.com.br/livros_de_ideias/3038645/mofa-em-casa-como-se-forma-e-como-eliminar-para-sempre>. Acesso em 10 de agosto de 2024.
- OLIVEIRA, Alexandre Magno de. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações.** Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS9A3GCW/1/monografia_esp_2012_1_th.pdf>. Acesso em 10 de agosto de 2024.
- REYGAERTS, J. **Diagnostic des cas de pathologie du bâtiment.** CSTC Revue, Bruxelles, n. 4, 1980. Acesso em 28 de agosto de 2024.
- REZENDE, Allan. **ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS APRESENTADAS EM HOSPITAL NA CIDADE DE RAUL SOARES /MG** Trabalho Conclusão De Curso Engenharia Civil das Faculdades DOCTUM de Caratinga, 2019.
- SABINO, Rafaela. **Patologias causadas por infiltração em edificações.** Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1775>> acesso em 10 de agosto de 2024.
- SANTOS. M. **As Patologias da Construção Civil e suas Reações.** São Paulo. 2012. Acesso em 17 de agosto de 2024.
- SILVA, Paulo Fernando Araújo. **Durabilidade das Estruturas de Concreto Aparente em Atmosfera Urbana.** São Paulo: Editora Pini, 1995. Acesso em 10 de agosto de 2024.
- SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** Belo Horizonte, 2008. Disponível em: https://minascongressos.com.br/sys/anexo_material/63.pdf> . Acesso em: 28 de agosto de 2024.
- SOUZA. T. R. **Definição de Patologias da construção Civil.** Rio de Janeiro. 2012. Acesso em 17 de agosto de 2024.
- SOUZA & RIPPER. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** São Paulo: Pini, 1998. Acesso em 10 de agosto de 2024.
- VINCENTZ, Frank. **6 perguntas e respostas importantes sobre eflorescência.** Disponível em <https://blog.archtrends.com/eflorescencia/>>. acesso em 10 de agosto de 2024.
- WALBERTO, Melarato. **Corrosão de armaduras - Origem desta anomalia.** Disponível em: <https://www.risoengenharia.com.br/corrosao-de-armaduras/>> acesso em 10 de agosto de 2024.