

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC ITAQUERA II
Técnico Em Edificações**

**Eduardo dos Santos Silva
Maiara Maria de Jesus Santana
Phelipe Amorim de Souza**

PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Causas e soluções

São Paulo

2024

Eduardo dos Santos Silva
Maiara Maria de Jesus Santana
Phelipe Amorim de Souza

PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Causas e soluções

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Edificações da Etec Itaquera II orientado pela Profª Aparecida Massako Tomioka, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Edificações.

SÃO PAULO

2024

RESUMO

Este estudo se dedica a investigar as patologias na construção civil, abordando suas origens, impactos e soluções. Inicialmente, examinamos as diversas causas que contribuem para o surgimento dessas patologias, destacando erros de projeto, falhas na execução, uso inadequado de materiais e condições ambientais adversas. Além disso, analisamos a importância da manutenção preventiva e a influência de fatores externos, como o clima, no processo de deterioração das estruturas. No tocante aos impactos, discutimos os prejuízos econômicos, sociais e ambientais decorrentes das patologias nas construções, enfatizando a necessidade de medidas eficazes para prevenir e remediar esses problemas. Ademais, abordamos as implicações legais e regulatórias relacionadas à responsabilidade civil e à segurança das edificações. Por fim, apresentamos uma série de soluções e práticas recomendadas para lidar com as patologias na construção civil. Isso inclui a adoção de técnicas construtivas adequadas, o investimento em materiais de qualidade, a realização de inspeções regulares e o emprego de tecnologias avançadas para monitoramento estrutural. Propomos, ainda, a implementação de políticas de gestão de riscos e a capacitação de profissionais da área para garantir a integridade e a durabilidade das construções.

Palavras-chave: patologias, construção civil, causas, soluções, impactos, manutenção preventiva, responsabilidade civil, gestão de riscos.

Abstract

This study is dedicated to investigating pathologies in construction, addressing their origins, impacts and solutions. Initially, we examine the various causes that contribute to the emergence of these pathologies, highlighting design errors, execution flaws, inappropriate use of materials and adverse environmental conditions. Furthermore, we analyze the importance of preventive maintenance and the influence of external factors, such as climate, on the deterioration process of structures. Regarding impacts, we discuss the economic, social and environmental losses resulting from pathologies in construction, emphasizing the need for effective measures to prevent and remedy these problems. Furthermore, we address the legal and regulatory implications related to civil liability and building safety. Finally, we present a series of solutions and recommended practices for dealing with pathologies in construction. This includes adopting appropriate construction techniques, investing in quality materials, carrying out regular inspections and employing advanced technologies for structural monitoring. We also propose the implementation of risk management policies and the training of professionals in the area to guarantee the integrity and durability of buildings.

Keywords: pathologies, civil construction, causes, solutions, impacts, preventive maintenance, civil liability, risk management

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 6 |
| 2. OBJETIVOS | 7 |
| 2.1. Os Objetivos Específicos São: | 7 |
| 3. JUSTIFICATIVA | 8 |
| 4. REVISÃO DE LITERATURA | 9 |
| 5. PRINCIPAIS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: TRINCAS, FISSURAS E RACHADURAS..... | 10 |
| 5.1. Trincas | 10 |
| 5.2. Fissuras | 11 |
| 5.3. Rachaduras | 11 |
| 6. NORMAS TÉCNICAS | 12 |
| 7. CAUSAS DAS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL | 12 |
| 8. ESTRUTURAS DE CONCRETO: FISSURAS E TRINCAS | 13 |
| 8.1. Causas Das Fissuras E Trincas No Concreto | 13 |
| 8.2. Consequências Das Fissuras E Trincas | 14 |
| 8.3. Métodos De Prevenção E Reparo | 14 |
| 9. ANÁLISE DE MATERIAIS INADEQUADOS | 15 |
| 9.1. Falhas De Projetos E Execução | 16 |
| 10. IMPACTO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS..... | 17 |
| 11. MÉTODOS DE DIAGNÓSTICOS DE PATOLOGIAS | 18 |
| 12. ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E MANUTENÇÃO..... | 20 |
| 13. SOLUÇÕES DE REPAROS E REABILITAÇÃO PATOLOGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL | 22 |
| 14. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 23 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 24 |

1. INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha um papel crucial no desenvolvimento das sociedades modernas, sendo responsável por projetar e executar obras para criar e manter a infraestrutura essencial ao bem-estar social e econômico. No entanto, mesmo com o avanço das técnicas e materiais, essas construções continuam vulneráveis a falhas, que podem comprometer sua durabilidade e segurança. Essas falhas, chamadas de patologias, representam defeitos ou problemas que surgem ao longo do tempo e exigem atenção para garantir a integridade das estruturas.

Estudar as patologias na construção civil é essencial para identificar as causas desses problemas e propor soluções que minimizem seus impactos. Com a crescente complexidade dos projetos e a demanda por maior qualidade e sustentabilidade nas construções, é fundamental que os profissionais da área possuam um conhecimento aprofundado sobre possíveis falhas e as técnicas de correção apropriadas.

A presente monografia tem como objetivo discutir as causas subjacentes das patologias na construção civil, bem como elucidar as soluções técnicas disponíveis para a sua prevenção e reparação. A abordagem metodológica adotada baseia-se em uma análise aprofundada da literatura técnica especializada, incorporando as normativas vigentes e as melhores práticas recomendadas pelo setor, com o intuito de fornecer uma compreensão abrangente do tema.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste estudo é analisar as patologias na construção civil, com foco nas causas, impactos e soluções relacionadas a problemas comuns como trincas, fissuras e rachaduras, que comprometem a durabilidade e a segurança das edificações. Este estudo visa identificar as origens dessas patologias, compreender seus efeitos no setor da construção civil e propor estratégias técnicas e preventivas para mitigar os danos causados por essas falhas.

2.1. Os objetivos específicos são:

- Identificar as principais causas das patologias na construção civil, abordando fatores como falhas no projeto, deficiências na execução, utilização inadequada de materiais, e as condições ambientais adversas que contribuem para o surgimento de trincas, fissuras e rachaduras. A análise dessas causas permitirá um entendimento mais aprofundado dos problemas que afetam a integridade das construções.
- Avaliar os impactos econômicos, sociais e ambientais das patologias nas construções, com ênfase nas consequências financeiras decorrentes dos custos de reparação, bem como os riscos à segurança estrutural e os prejuízos ambientais associados ao desgaste acelerado das edificações.
- Examinar a importância da manutenção preventiva como estratégia para a preservação das construções. Este estudo irá discutir a relevância da realização de inspeções regulares, o monitoramento das condições estruturais e a implementação de práticas de manutenção, com foco na detecção precoce de patologias.
- Propor soluções práticas e técnicas para prevenir e corrigir as patologias identificadas. Isso inclui a adoção de técnicas construtivas adequadas, o uso de materiais de qualidade, a aplicação de novas tecnologias de monitoramento estrutural e a realização de inspeções periódicas, com o intuito de garantir a durabilidade e a segurança das edificações ao longo do tempo.

- Analisar as implicações legais e regulatórias no contexto das patologias na construção civil, abordando a responsabilidade civil dos profissionais e empresas envolvidas, além das normas e regulamentos que orientam a execução e manutenção das obras, a fim de garantir a segurança e a integridade das edificações.

3. JUSTIFICATIVA

A construção civil é um setor fundamental para o desenvolvimento urbano e econômico, responsável por garantir infraestrutura essencial para a sociedade. No entanto, patologias em edificações, como trincas, fissuras e rachaduras, têm se mostrado problemas recorrentes, prejudicando a segurança das construções, além de elevar os custos com manutenção e reparo. O entendimento profundo dessas patologias e suas causas é crucial para o desenvolvimento de soluções mais eficazes, não apenas para corrigir, mas também para prevenir esses problemas.

Este estudo é justificado pela necessidade de reduzir os impactos negativos dessas patologias nas obras, que, frequentemente, comprometem a durabilidade e funcionalidade das edificações. Embora existam práticas preventivas já reconhecidas, a aplicação inconsistente de técnicas construtivas adequadas, o uso inadequado de materiais e a falta de manutenção preventiva ainda são problemas comuns que resultam em prejuízos financeiros e em risco para a integridade das construções.

Além disso, a escassez de estudos sobre soluções práticas e inovadoras para diagnosticar e tratar essas patologias é uma lacuna significativa na literatura. A busca por novas abordagens, que contemplem desde a escolha de materiais até o uso de tecnologias de monitoramento estrutural, é essencial para promover uma construção civil mais eficiente e sustentável. A aplicação de tais práticas pode não apenas melhorar a qualidade das edificações, mas também contribuir para a diminuição de custos e para o aumento da segurança nas construções.

Portanto, este trabalho se justifica pela relevância do tema para a melhoria da qualidade das obras e a segurança da população, ao mesmo tempo em que busca fornecer diretrizes que possam ser aplicadas de maneira prática pelos profissionais da área.

4. REVISÃO DE LITERATURA

A patologia é o ramo da ciência que estuda as alterações morfológicas e fisiológicas dos estados de saúde. Quando essas alterações não são compensadas, pode-se afirmar que o indivíduo está doente. O termo "patologia" tem origem grega, com "páthos" significando doença e "logos" significando estudo (MEDEIROS; LEMES; MELGES et al., 2011). No contexto da construção civil, as patologias referem-se às falhas ou defeitos nas estruturas das edificações, que podem ocorrer por diversas causas e impactar a segurança, funcionalidade e durabilidade dos projetos.

Segundo Dal Molin e Andrade (2014), "as patologias podem ser definidas como falhas ou defeitos originados por erros de projeto, execução inadequada, ou mesmo uso de materiais que não atendem aos requisitos de qualidade e durabilidade" (p. 45). Quando essas falhas não são detectadas e corrigidas de maneira apropriada, podem levar a custos elevados de manutenção e, em casos mais graves, à perda de segurança estrutural e risco à integridade física dos ocupantes das edificações (FRANCO & PEREIRA, 2019).

Nos primórdios da construção civil, muitos problemas eram atribuídos ao desgaste natural das estruturas. No entanto, com o avanço das técnicas construtivas, surgiram falhas específicas associadas a erros no processo de execução e ao uso inadequado de materiais. A partir da popularização de novos materiais, como o concreto armado e o aço, começou-se a estudar de forma mais detalhada as patologias que afetam esses materiais. Pereira (1999) foi um dos primeiros a investigar as patologias causadas pela reação álcali-agregado no concreto, um fenômeno que afeta diretamente a durabilidade do material ao longo do tempo.

Com o avanço da tecnologia, especialmente a partir da década de 1980, novas ferramentas de diagnóstico, como o ultrassom e as sondagens, passaram a ser utilizadas para detectar falhas precoces nas construções. Bezerra (2002) e Silva (1998) discutem os principais problemas estruturais em concreto armado, como as fissuras e a corrosão das armaduras, e propõem métodos de mitigação, como o uso de revestimentos protetores e o monitoramento contínuo das estruturas.

Atualmente, além dos problemas tradicionais, como fissuras, corrosão e infiltração, a área de patologias na construção civil também se preocupa com a eficiência energética das edificações e a sustentabilidade dos materiais utilizados. Rodrigues e

Costa (2010) discutem as patologias associadas ao uso de materiais sustentáveis e os desafios tecnológicos que surgem quando se buscam soluções inovadoras e ambientalmente responsáveis, destacando a importância de garantir a durabilidade e o desempenho desses materiais a longo prazo.

5. PRINCIPAIS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: TRINCAS, FISSURAS E RACHADURAS

As trincas, fissuras e rachaduras são as patologias mais comuns observadas nas edificações, e sua ocorrência pode ser resultado de diversos fatores, como falhas no projeto, execução inadequada ou até movimentações no solo. Embora nem todas sejam graves, é fundamental compreender as causas e os impactos dessas falhas, pois, quando não tratadas adequadamente, podem comprometer a estabilidade da estrutura e gerar custos elevados com manutenção.

5.1. Trincas

As trincas são pequenas aberturas lineares que podem surgir em diferentes partes da edificação, como paredes, pisos e tetos. Elas podem ser superficiais ou profundas, e suas causas variam desde variações térmicas até erros no processo de execução. Embora, muitas vezes, as trincas não representem riscos imediatos, elas podem evoluir para fissuras ou rachaduras mais graves se não forem tratadas adequadamente. Algumas das causas mais comuns de trincas incluem:

- **Movimentos diferenciais do solo:** Quando o solo se movimenta de maneira desigual, pode gerar esforços que resultam em trincas nas fundações ou nas paredes da edificação.
- **Variações térmicas:** As mudanças de temperatura afetam os materiais de construção, especialmente o concreto, que pode expandir ou contrair, provocando trincas.
- **Falhas na execução:** O uso inadequado de materiais, o erro no dimensionamento da estrutura ou a execução de formas inadequadas também podem gerar trincas.

5.2. Fissuras

As fissuras são falhas mais profundas que as trincas e geralmente indicam um problema mais sério na estrutura. Elas podem comprometer a resistência do material, especialmente em concreto armado, e muitas vezes são resultado de tensões internas que o material não consegue suportar. As fissuras podem se expandir ao longo do tempo, gerando riscos à estabilidade da construção. As principais causas incluem:

- **Corrosão das armaduras:** No concreto armado, a corrosão das armaduras de aço, devido à infiltração de água, pode gerar uma expansão do metal, causando fissuras no concreto.
- **Excesso de carga:** Em edificações mal dimensionadas ou quando há sobrecarga na estrutura, pode ocorrer o surgimento de fissuras, especialmente em vigas e pilares.
- **Assentamento diferencial:** O deslocamento desigual da fundação devido a variações no solo também é uma das causas frequentes de fissuras nas fundações e paredes.

5.3. Rachaduras

As rachaduras são fissuras mais profundas que podem comprometer significativamente a segurança e a durabilidade da estrutura. Elas representam um estágio mais avançado de deterioração e, quando não tratadas, podem levar ao colapso parcial ou total de parte da edificação. A causa principal das rachaduras inclui:

- **Movimentação excessiva da estrutura:** A sobrecarga ou o deslocamento de parte da edificação pode resultar em rachaduras, especialmente nas fundações ou em paredes que suportam grandes esforços.
- **Desgaste e fadiga do material:** Com o tempo, o desgaste natural dos materiais pode causar rachaduras, especialmente em estruturas que não passaram por manutenção adequada ou foram expostas a condições ambientais adversas, como chuvas intensas ou variações extremas de temperatura.
- **Erro de projeto:** Um projeto inadequado, com o dimensionamento errado das estruturas, pode resultar em rachaduras nas partes da construção que não foram projetadas para suportar a carga esperada.

6. NORMAS TÉCNICAS

Para evitar ou minimizar as patologias na construção civil, é essencial seguir as normas técnicas que regulam o setor. Algumas das principais normas incluem:

- NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento (ABNT, 2014): Esta norma estabelece os requisitos para o projeto e a execução de estruturas de concreto, assegurando sua segurança e durabilidade.
- NBR 12655: Execução de Concretagem de estruturas de Concreto – Procedimento (ABNT, 2015): Normatiza os critérios para o preparo e controle do concreto, garantindo que o material atenda aos padrões de qualidade exigidos.
- NBR 9575: Impermeabilização - Seleção e projeto (ABNT, 2010): Fornece diretrizes para a seleção e aplicação de sistemas de impermeabilização, fundamentais para prevenir infiltrações e prolongar a vida útil das construções.

7. CAUSAS DAS PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com ANDRADE (1997), muitas manifestações patológicas nas estruturas de concreto são resultados de falhas nas fases de planejamento, execução e manutenção, evidenciando a necessidade de práticas rigorosas nessas etapas.

Conforme Consoli (2006), erros na fase de projeto, como dimensionamento incorreto de elementos estruturais, falta de compatibilização entre os sistemas elétrico, hidráulico e estrutural, e ausência de detalhes construtivos adequados, são fatores que causam patologias nas edificações. Ele também ressalta que a falta de consideração das condições do solo, das cargas aplicadas e do comportamento dos materiais ao longo do tempo tende a resultar em problemas estruturais e funcionais.

De acordo com Landim (2019), mesmo com um projeto bem elaborado, a execução inadequada pode comprometer a qualidade da obra. Entre os principais problemas de execução, destacam-se a má compactação do solo, o uso incorreto de

materiais e a aplicação inadequada de técnicas construtivas. Um exemplo citado pelo autor é a não conformidade com as especificações de dosagem do concreto, o que pode resultar em estruturas com resistência inferior ao esperado, tornando-as propensas a fissuras e desagregações.

A escolha inadequada de materiais, que não atendem às especificações do projeto ou que não são apropriados para o ambiente da construção, é uma causa recorrente de patologias. Materiais de baixa qualidade ou inadequados tendem a se deteriorar rapidamente, resultando em problemas como corrosão, fissuração e perda de integridade estrutural. O uso de materiais compatíveis com as condições ambientais e com as exigências do projeto é fundamental para evitar tais problemas (Oliveira & Rosa, s.d.).

A exposição de estruturas de concreto armado a agentes ambientais agressivos, como cloretos e sulfatos, bem como ciclos de umidade e secagem, pode acelerar o processo de deterioração. A falta de proteção contra essas condições pode resultar em patologias, como corrosão das armaduras e perda de resistência estrutural (Santos, 2014).

8. ESTRUTURAS DE CONCRETO: FISSURAS E TRINCAS

O concreto é amplamente utilizado na construção civil devido à sua durabilidade, resistência e versatilidade. No entanto, uma das principais manifestações patológicas nas estruturas de concreto são as fissuras e trincas, que podem comprometer a segurança e a vida útil das edificações. Estas manifestações podem ocorrer devido a diversos fatores, como retração do concreto, sobrecarga, variações de temperatura e umidade, além de processos de carbonatação e corrosão das armaduras (HELENE, 1997).

8.1. Causas das Fissuras e Trincas no Concreto

As fissuras podem ser classificadas de acordo com sua origem. Fissuras de origem térmica, por exemplo, ocorrem devido à expansão e contração do concreto frente a variações de temperatura. Já as fissuras de retração plástica ocorrem durante o

processo de cura, quando a água evapora rapidamente da superfície do concreto, provocando tensões que resultam em pequenas aberturas (NEVILLE, 1997).

Outro fator importante é a corrosão das armaduras. Em ambientes úmidos, o concreto está sujeito à penetração de agentes agressivos, como cloretos e dióxido de carbono, que iniciam processos de corrosão na armadura. A expansão dos produtos de corrosão gera tensões internas que podem provocar fissuras longitudinais e superficiais, comprometendo a durabilidade da estrutura (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

8.2. Consequências das Fissuras e Trincas

As fissuras podem ter efeitos variados dependendo da localização, profundidade e tipo de estrutura. Em casos mais severos, podem levar à perda de resistência da estrutura, além de reduzir a capacidade de impermeabilização do concreto, facilitando o ingresso de agentes nocivos. Em ambientes marinhos, por exemplo, a presença de fissuras pode acelerar o processo de degradação, comprometendo a segurança e o desempenho estrutural da edificação (COUTINHO, 2015).

8.3. Métodos de Prevenção e Reparo

Para prevenir fissuras, algumas práticas são recomendadas, como um controle rigoroso da cura do concreto, que minimiza a retração e as tensões iniciais. Em projetos de estruturas sujeitas a variações térmicas, são recomendados materiais com menor coeficiente de expansão térmica e juntas de dilatação para evitar tensões excessivas (GHOSH, 2010).

No caso de fissuras já existentes, técnicas de reparo como a injeção de resinas epóxi e o uso de produtos selantes são comumente aplicadas para restaurar a integridade estrutural e proteger a estrutura contra o ingresso de agentes agressivos. Em casos mais críticos, pode ser necessário o reforço da estrutura, utilizando materiais como fibra de carbono ou chapas de aço, para aumentar a resistência e prolongar a vida útil (HELENE; TERZIAN, 1992).

As fissuras e trincas em estruturas de concreto representam um desafio importante para a durabilidade e segurança das edificações. A análise das causas e a implementação de estratégias de prevenção e reparo são fundamentais para minimizar

os efeitos dessas manifestações e assegurar o desempenho estrutural ao longo do tempo.

- **Fissuras e Trincas no Revestimento:** O revestimento pode apresentar fissuras ou trincas devido a movimentos estruturais ou térmicos. Esses defeitos podem ser superficiais ou evoluir para problemas mais graves, caso não sejam corrigidos. Fissuras em revestimentos podem ser provocadas por:

- **Movimentos térmicos:** Mudanças bruscas de temperatura podem provocar a dilatação ou contração de materiais, resultando em fissuras (MEDEIROS & FERREIRA, 2018).

- **Movimentos estruturais:** Como trincas em paredes ou fundações que podem transferir essas tensões para os acabamentos (SILVA, 2017).

9. ANÁLISE DE MATERIAIS INADEQUADOS

A análise de materiais inadequados envolve a avaliação de materiais utilizados na construção que, por suas propriedades ou características, não são ideais para a função para a qual foram destinados, ou que apresentam falhas durante o uso. O uso de materiais inadequados é uma das principais causas de patologias nas construções e pode ser observado em várias etapas da obra, desde o projeto até a execução (GONÇALVES & ALMEIDA, 2016; COSTA & CUNHA, 2018).

- **Falta de Controle de Qualidade nos Materiais:** Um dos principais problemas relacionados ao uso de materiais inadequados é a falta de controle de qualidade na compra e no armazenamento desses materiais. A aquisição de produtos com especificações incorretas, de qualidade inferior ou vencidos pode resultar em problemas estruturais e estéticos (RIBEIRO & ALVES, 2020).
- **Escolha Errada de Materiais para Condições Específicas:** A seleção inadequada de materiais pode ser o principal fator para a ocorrência de patologias. Por exemplo:
- **Concreto de baixa resistência:** O uso de concreto com baixa resistência pode comprometer a segurança estrutural da edificação, resultando em fissuras, deformações ou até colapsos (GONÇALVES & ALMEIDA, 2016)
- **Exposição dos Materiais a Condições Adversas:** Os materiais também podem sofrer degradação devido à exposição a condições ambientais adversas. Por

exemplo, materiais metálicos, como aços, podem ser corroídos em ambientes com alta umidade ou presença de agentes químicos (RIBEIRO & ALVES, 2020).

Por isso, é essencial escolher materiais compatíveis com o ambiente onde a construção será realizada.

A análise e escolha adequadas dos materiais devem ser feitas com base nas especificações técnicas dos produtos e no comportamento dos materiais ao longo do tempo, considerando as condições climáticas e o uso da edificação (GONÇALVES & ALMEIDA, 2016).

9.1. Falhas de Projetos e Execução

- **Falhas de projeto e execução:** São um dos maiores responsáveis pelas patologias nas construções, pois afetam diretamente a concepção e a implementação das soluções construtivas. Essas falhas podem resultar em diversos tipos de problemas, desde a falha estrutural até o desconforto ambiental para os ocupantes do edifício (FERREIRA, 2021; BRITO, 2017).
- **Falhas no Projeto Estrutural:** Projetos estruturais mal elaborados podem resultar em edificação com capacidade de carga insuficiente, predisposta a trincas, deformações ou até mesmo colapso. A falha pode ocorrer devido a:
 - **Subdimensionamento:** Quando as cargas a que a estrutura será submetida não são corretamente calculadas (PEREIRA, 2016).
 - **Distribuição inadequada de forças:** O projeto pode falhar ao distribuir as forças de maneira irregular, causando tensões excessivas em alguns pontos (SILVA, 2019).
- **Falhas na Execução:** Mesmo com um projeto bem elaborado, as falhas durante a execução podem comprometer a integridade da obra. Isso inclui:
 - **Mão de obra inadequada:** Trabalhadores não capacitados podem cometer erros durante a execução, como o uso incorreto de materiais ou a aplicação de técnicas inadequadas (BRITO, 2017).
 - **Controle de qualidade insuficiente:** Falhas na supervisão e no controle de qualidade durante a obra podem resultar em materiais mal aplicados, como concretos mal misturados ou fundações mal construídas (FERREIRA, 2021).

Além disso, a coordenação entre os diversos profissionais envolvidos no processo (engenheiros, arquitetos, operários) é fundamental para garantir a execução fiel do projeto e a qualidade da obra (PEREIRA, 2016).

10. IMPACTO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS

As condições ambientais desempenham um papel fundamental no surgimento de patologias nas construções, especialmente quando a obra é realizada em regiões com condições climáticas extremas ou agressivas. O clima, a umidade, a temperatura e a presença de poluentes ou substâncias agressivas podem acelerar o processo de deterioração de materiais e estruturas, resultando em patologias de diversos tipos (NASCIMENTO & ALVES, 2018; SANTOS & FERREIRA, 2019).

Ação do Clima (Temperatura e Umidade) - A variação térmica, a umidade e a exposição à radiação solar podem provocar a expansão e contração dos materiais, especialmente os de concreto e metal, o que pode resultar em fissuras, trincas ou corrosão das armaduras. Por exemplo:

- **Varição térmica:** Pode provocar a dilatação e contração de elementos estruturais e acabamentos, causando fissuras ou até descolamento de revestimentos (ALMEIDA, 2020).
- **Alta umidade:** Pode levar à **corrosão das armaduras** de aço em estruturas de concreto armado ou ao **aparecimento de mofo e bolor** nas superfícies internas da edificação (SANTOS & FERREIRA, 2019).

Ação de Substâncias Químicas - Em regiões industriais ou costeiras, a construção pode estar exposta a substâncias químicas e agentes agressivos que atacam os materiais. A salinidade do ar em áreas costeiras, por exemplo, acelera a corrosão do aço no concreto. Já em áreas industriais, poluentes atmosféricos podem acelerar o desgaste de superfícies e componentes da construção (MARQUES, 2017).

Impacto de Chuvas Intensas e Ventos Fortes - A presença de chuvas intensas pode resultar em infiltrações, especialmente se o sistema de impermeabilização não for adequado. Ventos fortes podem provocar danos aos revestimentos, como o descolamento de telhados ou fachadas mal fixadas (NASCIMENTO & ALVES, 2018; SANTOS & FERREIRA, 2019).

Para mitigar os impactos das condições ambientais, é essencial que o projeto leve em consideração o clima e o ambiente da região, utilizando materiais adequados e técnicas de construção apropriadas para a resistência ao ambiente agressivo.

A compreensão profunda das patologias na construção civil é essencial para profissionais da área, visando não apenas solucionar problemas, mas também prevenir falhas durante as fases de projeto, execução e manutenção. Como discutido, as patologias podem ser causadas por uma série de fatores interligados, como a escolha inadequada de materiais, falhas de projeto e execução, e a influência das condições ambientais. O diagnóstico e a intervenção adequados são cruciais para garantir a segurança, funcionalidade e durabilidade das edificações, resultando em construções mais seguras e sustentáveis.

11. MÉTODOS DE DIAGNÓSTICOS DE PATOLOGIAS

Os problemas patológicos, salvo raras exceções, apresentam manifestação externa característica, a partir da qual se pode deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, assim como pode-se estimar suas prováveis consequências. Os problemas patológicos só se manifestam após o início da execução propriamente dita, a última etapa da fase de produção.

A demonstração mais expressiva dessa afirmação é a chamada "lei de Sitter", que mostra os custos crescendo segundo uma progressão geométrica. Dividindo as etapas construtivas e de uso em quatro períodos correspondentes ao projeto, à execução propriamente dita, à manutenção preventiva efetuada antes dos primeiros três anos e à manutenção corretiva efetuada após surgimento dos problemas, a cada uma corresponderá um custo.

Toda medida extra projeto, tomada durante a execução, incluindo nesse período a obra recém-construída, implica num custo cinco vezes superior ao custo que teria sido acarretado se esta medida tivesse sido tomada a nível de projeto, para obter-se o mesmo "grau" de proteção e durabilidade da estrutura.

A patologia na execução pode ser consequência da patologia de projeto, havendo uma estreita relação entre elas; isso não quer dizer que a patologia de projeto sendo nula, a de execução também o será. Nem sempre com projetos de qualidade desaparecerão os erros de execução. Estes sempre existirão, embora seja verdade que podem ser reduzidos ao mínimo caso a execução seja realizada seguindo um bom projeto e com uma fiscalização intens.

Levantamento de subsídios: A estruturação ocorre a partir da elaboração de um quadro geral das manifestações presentes, onde devem ser devidamente relatadas as evidências que provocaram efetivamente o problema. As informações podem ser obtidas por meio de quatro fontes básicas: vistoria do local; levantamento do histórico do problema e do edifício, exames complementares e pesquisa.

Vistoria do local: A vistoria do local pode se dar a partir da insatisfação do usuário com o desempenho de algum ponto do empreendimento, acionando um profissional com o intuito de solucionar o problema; ou pode decorrer de um programa rotineiro de manutenção, onde através de uma inspeção constata-se a existência de um problema patológico. A vistoria, em um ou outro caso, deve seguir alguns passos específicos para que se possa chegar a uma conclusão objetiva. Neste sentido, propõe-se a seguir, um procedimento básico para a realização da vistoria do local. Desde então os passos a serem seguidos serão “determinação da existência e da gravidade do problema patológico”, “Definição da extensão e do alcance do problema”, “Registro dos resultados”.

Exames complementares: Considerável parte dos problemas patológicos que ocorrem apresenta sintomas bem característicos, possibilitando a formulação do diagnóstico com a realização das etapas anteriores. Entretanto, quando isto não for possível, poderão ser realizados exames complementares que devem ser direcionados e ou solicitados, a partir de uma avaliação real de suas necessidades e dos resultados obtidos até então. Estes exames podem ser de duas naturezas: ensaios em laboratório ou no local.

- **Ensaio laboratoriais** - Ensaiar e analisar o material significa determinar os valores de propriedades que sejam relevantes o seu uso. Os ensaios laboratoriais, na maioria das vezes, servem para avaliar determinadas amostras, coletadas com o objetivo de quantificar e qualificar os comportamentos físico-químicos dos materiais, procurando reproduzir as condições de exposição a que estão submetidos quando do seu emprego no edifício.
- **Ensaio no local** - Estes ensaios caracterizam-se por serem realizados na própria obra a partir de equipamentos específicos, podendo ser de natureza destrutiva ou não destrutiva em função das características a serem avaliadas. Em geral, seu campo de amostragem constitui-se de corpos de provas pertencentes a partes danificadas e outras que não apresentem os problemas.
- **Pesquisa** - Com os resultados dos ensaios devidamente avaliados e tendo-se chegado à conclusão de que não se consegue diagnosticar o problema, tem-se uma última fase que seriam as pesquisas bibliográficas, tecnológicas e científicas.

Nesta fase deve-se computar dados a partir do levantamento de informações em textos científicos e ou experimentos em nível de pesquisa tecnológica, buscando encontrar referências análogas à situação em que se encontra.

- **Diagnóstico da situação** - Uma vez equacionada a primeira etapa, os estudos devem ser conduzidos para a formulação do diagnóstico do problema, o qual pode ser entendido como o equacionamento do quadro geral da patologia existente. De maneira simplificada pode-se dizer que o processo de diagnóstico de um problema patológico pode ser descrito como uma geração de hipóteses efetivas que visam a um esclarecimento das origens, causas e mecanismos de ocorrências que estejam promovendo uma queda no desempenho do produto.
- **Definição da conduta** - Esta etapa está relacionada a uma avaliação da necessidade ou não de se intervir no problema patológico, referindo-se, portanto, às alternativas de intervenção e à definição da terapia a ser indicada. Para que se possa chegar a uma decisão, a partir do diagnóstico são levantadas as hipóteses de evolução futura do problema, ou seja, realiza-se um prognóstico, que deve ser baseado em dados fornecidos pelo tipo de problema; estágio de desenvolvimento; características gerais do edifício e condições de exposição a que está submetido.
- **Registro do caso** - Equacionado o problema patológico e adotada a conduta, passa-se a confrontação dos efeitos resultantes, com os esperados, gerando uma fonte de informações que retroalimenta o processo de produção do edifício. O registro do caso constitui-se numa fonte importante e segura para consulta, de modo que os problemas detectados, possam ser evitados nos novos empreendimentos.

12. ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E MANUTENÇÃO

O setor construtivo desempenha um papel fundamental na sociedade, proporcionando infraestrutura, moradia e espaço para comércios. No entanto, existe um desafio que afeta a qualidade das edificações e a satisfação dos clientes: as patologias na construção. Ou seja, anomalias ou defeitos que surgem nas estruturas projetadas.

Alguns exemplos são as rachaduras nas paredes, vazamentos de água, deslocamento de revestimentos e outros defeitos que não afetam apenas a estética do ambiente, mas também podem causar danos sérios ao longo do tempo, levando a custos elevados de manutenção e reparo.

A melhor forma de evitar patologias na construção civil é através de um gerenciamento eficiente e uma abordagem proativa. Desde as primeiras etapas, até as vistorias finais, é fundamental adotar práticas adequadas, realizar inspeções regulares e empregar insumos de qualidade como:

- **Planejamento detalhado** - Um planejamento sólido é o alicerce de uma edificação bem-sucedida. Detalhes como as características do terreno, condições climáticas, uso pretendido das estruturas e normas regulatórias. Projeto bem elaborado minimiza surpresas durante a execução e contribui para uma construção mais resistente e duradoura.
- **Critério de materiais e fornecedores** - Optar por insumos de qualidade, adequados para cada finalidade. Fornecedores confiáveis e com histórico de bons produtos. Materiais de qualidade duvidosa podem ser uma fonte significativa de patologias.
- **Contratação de mão de obra especializada** - Contar com uma equipe qualificada é essencial. Profissionais com experiência comprovada na área específica da construção. A mão de obra capacitada compreende as técnicas adequadas de execução e contribui para a qualidade e integridade das obras.
- **Acompanhamento técnico durante a execução** - Profissionais responsáveis pelo acompanhamento técnico, supervisionará a execução, verificando se as etapas estão sendo realizadas conforme o projeto e as normas técnicas, prevenindo erros que poderiam levar a patologias. Todos os membros da equipe que estão atuando na construção devem estar preparados para identificar possíveis irregularidades. E, assim, agir com assertividade para tomar providências que colocarão um ponto final ao problema antes que ele se agrave.
- **Inspeção e testagem dos materiais** - Inspeccionar e testar os elementos do projeto, certifique-se de que estão de acordo com as especificações técnicas e padrões de qualidade. Realizar testes laboratoriais em concreto, aço, cerâmicas e outros materiais é crucial para garantir sua conformidade.
- **Manutenção preventiva** - Diferentes planos de manutenção preventiva desde o início da edificação. Isso inclui inspeções regulares, limpezas, lubrificações e outros cuidados necessários para evitar o surgimento de patologias ao longo do tempo.
- **Utilização da tecnologia** - A utilização de softwares de gestão de obras é uma estratégia poderosa para a prevenção de patologias na construção civil. Essas soluções oferecem uma série de benefícios, melhorando a comunicação, os registros no canteiro e a segurança. Seguindo essas orientações, serão adotadas

medidas antecipadas para evitar problemas em suas edificações. A abordagem preventiva não apenas garante a qualidade final, mas também economiza tempo e recursos ao evitar reparos e retrabalhos

13. SOLUÇÕES DE REPAROS E REABILITAÇÃO PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Diagnóstico Preciso: Identificar a causa raiz das patologias é fundamental para determinar a melhor abordagem de reparo e prevenção. Isso pode envolver uma análise detalhada das condições estruturais, materiais utilizados, métodos de construção, condições ambientais, entre outros fatores.

Planejamento de Intervenção: Com base no diagnóstico, é importante desenvolver um plano de intervenção detalhado, que inclua as etapas necessárias para reparar as patologias identificadas e prevenir sua recorrência no futuro.

Reparo Adequado: O reparo das patologias deve ser realizado por profissionais qualificados, seguindo as melhores práticas e recomendações técnicas aplicáveis. Isso pode envolver o uso de materiais de qualidade, técnicas de reparo adequadas e garantia de conformidade com as normas e regulamentos vigentes.

Manutenção Preventiva: Implementar um programa de manutenção preventiva pode ajudar a evitar o surgimento de novas patologias e prolongar a vida útil das edificações. Isso pode incluir a inspeção regular, limpeza, reparo de danos menores, tratamento de superfícies, entre outras medidas.

Monitoramento Contínuo: O monitoramento contínuo das condições das edificações, juntamente com a análise periódica de dados e indicadores relevantes, pode ajudar a identificar problemas potenciais antes que se tornem mais graves e custosos de reparar.

Importância de se seguir as normas NBR: Algumas normas devem ser compreendidas para eficaz aplicação em seus projetos e obras, tais como:

- NBR 9575 – Impermeabilização – Seleção e Projeto
- NBR 7200 – Execução de Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas – Procedimento

- NBR 13749 – Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas – Especificação
- NBR 13281 – Argamassa para Assentamento e Revestimento de Paredes e Tetos – Requisitos

14. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As patologias na construção civil representam um desafio significativo para a durabilidade, segurança e funcionalidade das edificações. Este estudo destacou que essas manifestações, como trincas, fissuras e rachaduras, têm origens diversas, incluindo falhas no projeto, execução inadequada, uso de materiais inadequados e impactos ambientais. Além disso, seus efeitos econômicos, sociais e ambientais são amplamente prejudiciais, evidenciando a necessidade de prevenção e mitigação.

A análise das principais causas revelou que a falta de planejamento detalhado, a má execução e a seleção inadequada de materiais ainda são problemas recorrentes no setor. A aplicação rigorosa das normas técnicas, como a NBR 6118 e a NBR 9575, é fundamental para garantir a qualidade das obras e evitar patologias graves. Soluções como manutenção preventiva, inspeções regulares e o uso de tecnologias avançadas também foram apresentadas como estratégias eficazes para minimizar riscos.

Por meio de estudos e revisão de literatura, verificou-se que intervenções bem planejadas podem não apenas corrigir problemas existentes, mas também prevenir sua recorrência. A adoção de boas práticas, aliada à capacitação dos profissionais e ao uso de materiais de qualidade, é crucial para promover uma construção civil mais sustentável e segura.

Portanto, este trabalho reforça a importância de um olhar técnico e preventivo sobre as patologias, incentivando o investimento em pesquisa, inovação e educação para que o setor da construção civil possa superar esses desafios com eficiência e responsabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Fernando Lima. **Ação do clima sobre as construções: patologias e soluções**. São Paulo: Editora Blucher, 2020.

ALMEIDA, Roberto; GONÇALVES, Alberto. **Materiais de construção: análise e controle de qualidade**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2016.

ANDRADE, Jairo José de Oliveira. **Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/122441>. Acesso em: 16 nov. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12655: Execução de Concretagem de Estruturas de Concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13281: Argamassa para Assentamento e Revestimento de Paredes e Tetos – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13749: Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas – Especificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7200: Execução de Revestimento de Paredes e Tetos de Argamassas Inorgânicas – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

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

BASHEER, P. A. M.; KROPP, J.; CLELAND, D. J. **Assessment of the Durability of Concrete from its Permeation Properties**. Construction and Building Materials, v. 15, n. 2, p. 93-103, 2001.

BRITO, Luiz Carlos. **Falhas de execução e diagnóstico de patologias em edifícios**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2017.

CONSOLI, Osmar João. **Análise da durabilidade dos componentes das fachadas de edifícios sob a ótica do projeto arquitetônico**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2006.

COSTA, Humberto P.; CUNHA, Patrícia T. **Análise e diagnóstico de materiais e sistemas construtivos**. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

COSTA, Jorge Luiz. **Patologias na construção civil: diagnóstico e soluções**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2017.

COUTINHO, J. S. **Durabilidade do Concreto: Teoria e Prática**. São Paulo: PINI, 2015.

FERREIRA, Antônio José. **Gestão de falhas na construção civil: prevenção e soluções**. São Paulo: Editora Atlas, 2021.

FERREIRA, José Carlos; MEDEIROS, Marcos Antônio. **Patologias em revestimentos e acabamentos**. Rio de Janeiro: Editora Construir, 2018.

FERREIRA, Roberto. **Patologias no concreto: causas, diagnóstico e soluções**. São Paulo: Editora Pini, 2015.

GONÇALVES, Gustavo. **Manual de patologias nas construções**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2016.

GONÇALVES, Alberto; ALMEIDA, Roberto. **Materiais de construção: análise e controle de qualidade**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2016.

HELENE, P.; TERZIAN, P. **Concreto Armado: Patologia, Recuperação e Reforço**. São Paulo: PINI, 1992.

HELENE, P. **Manual de Reparo, Proteção e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: PINI, 1997.

LANDIM, Alex Iury Vidal. **Estudo comparativo das técnicas construtivas tradicionalmente empregadas por mestres de obras na cidade de Icó - CE, com instruções normativas correlatas**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campina Grande, 2019.

LEONEL, E. D.; BONIN, T. F. **Análise e Técnicas de Impermeabilização em Estruturas de Concreto**. Revista da Engenharia Civil, n. 12, p. 37-45, 2015.

LIMA, José Carlos. **Patologias na construção civil: causas e soluções**. São Paulo: Editora Técnica, 2019.

MEDEIROS, José Carlos; FERREIRA, Marcos Antônio. **Patologias em revestimentos e acabamentos**. Rio de Janeiro: Editora Construir, 2018.

MEDEIROS, Marcelo; LEMES, Willian; MELGES, João Luiz Perrotta. **Patologia das construções: uma especialidade da engenharia civil**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/342064783>. Acesso em: 16 nov. 2024.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2008.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **7 dicas para reduzir as patologias na construção**. 2023. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/7-dicas-para-reduzir-as-patologias-na-construcao>. Acesso em: 16 nov. 2024.

MOBUSS Construção. **Patologias na construção: estratégias de prevenção e manutenção**. 2024. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/patologias-na-construcao/#:~:text=A%20melhor%20forma%20de%20evitar,e%20empregar%20insumos%20de%20qualidade>. Último acesso em: 24 nov. 2024.

NASCIMENTO, Cláudia Regina; ALVES, Carlos Alberto. **Ações climáticas e seus impactos na construção civil**. Curitiba: Editora CRV, 2018.

NEVILLE, A. M. **Properties of Concrete**. 4. ed. Harlow: Longman, 1997.

OLIVEIRA, Ana Julia Moraes; ROSA, Luis Henrique Ribeiro da. **Patologias em concreto pretendido em lajes de multipavimentos**. III UniSIAE - Semana Integrada de Agronomia, Análise em Desenvolvimento de Sistemas, Arquitetura e Urbanismo e Engenharia. s.d.

OBRAS10. **Patologias na construção: identificação e soluções.** Disponível em: <https://www.obras10.com.br/blog/patologias-na-construcao:-identificacao-e-solucoes#:~:text=Solu%C3%A7%C3%B5es%20para%20Patologias:%20A%20solu%C3%A7%C3%A3o%20para%20patologias,a%20melhor%20abordagem%20de%20reparo%20e%20preven%C3%A7%C3%A3o.> Último acesso em: 24 nov. 2024.

PANTHEON UFRJ. **Patologias na construção: diagnóstico e soluções.** Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/9971/1/monopoli10007893.pdf>. Último acesso em: 24 nov. 2024.

PATRIARCA, João Roberto de Moura. **Manifestações patológicas em estrutura de concreto armado.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Faculdade de Inhumas FacMais, 2023.

PEREIRA, Antônio Marcos. **Patologias em estruturas e sistemas construtivos.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2016.

PEREIRA, Luiz Carlos. **Patologias nas edificações: prevenção e diagnóstico.** São Paulo: Editora Pini, 2016.

REIS, Luiz Fernando; ROCHA, Nivaldo. **Patologias nas obras: fundamentos e soluções.** 4. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2019.

SANTOS, João Paulo. **Introdução à Patologia das Construções.** 2. ed. São Paulo: Editora Pini, 2020.