

PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO DE INFILTRAÇÃO E UMIDADE EM OBRA DE CONCRETO ARMADO NA CIDADE DE JOÃO MONLEVADE

Dayane de Araújo Gomes¹

Regina Júlia Dias Martins²

Pedro Valle Salles³

Danusa Campos Teixeira⁴

Liliane Cruz Gomes de Souza Santos⁵

Hélio Augusto Goulart Diniz⁶

RESUMO

Dentro da engenharia civil, a área de pesquisa que estuda a natureza, manifestações, causas e origem dos defeitos e falhas que alteram o desempenho pré estabelecido de uma estrutura tem o nome de patologia. O presente trabalho irá discorrer sobre as principais patologias relacionadas ao recorte da umidade, considerando-se que as estruturas começaram a apresentar problemas que afetam diretamente a sua durabilidade e o conforto dos usuários, muitas vezes relacionados a erros de execução e má qualidade dos materiais. Foi realizado um estudo de caso de uma obra inacabada na cidade de João Monlevade, na qual foi feito um levantamento visual de anomalias e falhas no edifício. Apresentadas através do levantamento fotográfico, as manifestações patológicas encontradas na obra indicam suas possíveis causas e soluções afim de que as mesmas sejam reduzidas ou acabadas.

Palavras-chave: Patologias, Umidade, Construção Civil.

PATHOLOGIES IN CIVIL CONSTRUCTION: CASE STUDY OF INFILTRATION AND MOISTURE IN A REINFORCED CONCRETE BUILDING IN THE CITY OF JOÃO MONLEVADE

ABSTRACT

In civil engineering, the field of research that studies the nature, manifestations, causes, and origin of defects and failures that compromise the predetermined performance of a structure is called pathology. This work will address the main pathologies related to moisture, considering that structures have begun to exhibit issues that directly affect their durability and user comfort, often linked to construction errors and poor material quality. A case study was conducted on an unfinished building in the city of João Monlevade, where a visual survey of anomalies and defects in the structure was carried out. Documented through photographic records, the pathological manifestations found in the building indicate their possible causes and solutions to mitigate or eliminate them.

Keywords: Pathologies, Moisture, Civil construction.

Recebido em 28 de setembro de 2025. Aprovado em 22 de outubro de 2025

¹ Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, Minas Gerais, Brasil.

² Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, Minas Gerais, Brasil.

³ Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, Minas Gerais, Brasil.

⁴ Centro Universitário Estácio, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

⁵ Centro Universitário Estácio, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

⁶ Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade, Minas Gerais, Brasil. Centro Universitário Estácio de Belo Horizonte (Bolsista do Programa Pesquisa Produtividade), Minas Gerais, Brasil.

INTRODUÇÃO

A construção civil vive em constante evolução, impulsionada pelo surgimento de novas tecnologias que revolucionam as técnicas construtivas. Esses avanços permitem superar limitações tradicionais, otimizar o uso de recursos e alcançar melhores resultados em termos de eficiência econômica e segurança estrutural.

Desde os primórdios da civilização, o ser humano busca edificar estruturas que atendam às suas necessidades — sejam residenciais, laborais ou de infraestrutura. Ao longo dos séculos, esse esforço acumulou um vasto conhecimento científico e tecnológico, impulsionando progressos em todas as etapas da construção: desde o projeto e cálculo estrutural até a seleção de materiais e técnicas de execução (Souza, 1998).

Dentre os métodos construtivos aí originados mais empregados, destaca-se o concreto armado, composto por uma mistura de agregados (brita e areia), cimento, água e aditivos (como impermeabilizantes). Essa combinação forma uma pasta homogênea que preenche moldes, conferindo alta resistência aos elementos estruturais. Normas técnicas regulamentam sua aplicação, assegurando que as estruturas suportem cargas e esforços ao longo de sua vida útil.

Ainda assim, falhas na execução ou materiais de baixa qualidade podem comprometer a durabilidade das estruturas e o conforto dos usuários. Para mitigar esses problemas, estudos sobre patologias construtivas são essenciais, pois identificam vulnerabilidades e prolongam a vida útil das edificações. A patologia, na construção civil, é um campo de pesquisa que investiga a origem, as causas e as manifestações de defeitos capazes de alterar o desempenho projetado de uma estrutura.

Diante desse contexto, a presente pesquisa busca responder à seguinte questão: quais as principais causas das infiltrações em edificações? Serão analisadas diversas manifestações patológicas presentes nas construções civis que provocam alterações no seu desempenho, dando ênfase nas consequências causadas pela umidade proveniente de infiltração nas edificações. Um estudo de caso de uma obra inacabada dotada desse mecanismo, na região central da cidade de João Monlevade, apontou suas origens e causas, verificando possíveis consequências e, evidentemente, propondo medidas corretivas para cada caso. Dessa maneira, contribuir-se-á para a compreensão das origens e causas das manifestações patológicas, com o propósito de evitar e solucionar danos nas estruturas.

Os autores que serviram de referência para a formulação desse trabalho foram: Verçoza (1991), Souza e Ripper. (1996), Ripper (1996), Bauer (2008), Rodrigues e Mendes (2017). Para realização deste trabalho, seu escopo foi dividido em várias seções nas quais: a primeira faz uma introdução a respeito do tema proposto e um breve histórico; a segunda é o referencial teórico com amplo conteúdo sobre patologias na construção, tipos de umidade, infiltrações e medidas reparatórias; a terceira seção apresenta o estudo de caso; a quarta contém a metodologia; a quinta, materiais e métodos e, por último, as considerações finais.

REVISÃO DA LITERATURA

Patologias nas Construções

Segundo Cánovas (1988), embora a Patologia das Construções tenha adquirido maior relevância nos tempos modernos, seu estudo não constitui uma ciência recente, uma vez que relatos de problemas estruturais remontam aos primórdios da civilização. A Patologia das Estruturas, como é denominada, representa um campo emergente da Engenharia dedicado à investigação das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos subjacentes às falhas e processos de degradação que comprometem a durabilidade das construções (Souza e Ripper, 1988).

Nesse contexto, Ripper (1996) conceitua a patologia na construção civil como a deterioração ou perda do desempenho estrutural, afetando diretamente sua estabilidade, aspectos estéticos e, sobretudo, sua vida útil em relação às condições ambientais a que está submetida.

A realização de inspeções técnicas periódicas é fundamental para avaliar o estado atual da estrutura, permitindo determinar seu grau de integridade e identificar possíveis riscos estruturais (Oliveira, 2013). Conforme estabelece a NBR 15575-2 (2013, p. 3), a integridade estrutural refere-se à "capacidade da estrutura de evitar seu colapso progressivo na ocorrência de danos localizados".

As manifestações patológicas estão presentes na maioria das edificações, variando em intensidade, periodicidade e forma de apresentação. A identificação precoce desses problemas possibilita minimizar danos estruturais e reduzir custos com reparos futuros. Contudo, observa-se frequentemente uma negligência no tratamento adequado dessas patologias, resultando em intervenções superficiais inadequadas, reforços desnecessários ou mesmo demolições prematuras. Tais extremos são contraindicados, considerando o amplo conhecimento técnico disponível que permite diagnosticar e solucionar eficazmente a maioria dos problemas patológicos (Iantas, 2010).

As patologias construtivas decorrem de falhas ocorridas durante uma ou mais etapas do processo construtivo, sendo suas causas mais frequentes relacionadas a: cargas excessivas ou mal distribuídas, variações de umidade e temperatura, ação de agentes biológicos (como fungos e bactérias), incompatibilidade entre materiais e exposição a agentes atmosféricos diversos (Valle, 2008).

Helene (2003) ressalta a importância de considerar o ambiente onde a estrutura está inserida, destacando que locais com atmosfera seca e rural tendem a ser menos agressivos do que áreas úmidas ou fortemente contaminadas. Nesse sentido, a NBR 6118 (2014) estabelece diretrizes específicas para garantir a durabilidade de estruturas de concreto, as quais devem ser projetadas e construídas para manter sua segurança, estabilidade e funcionalidade ao longo de toda sua vida útil, mesmo quando submetidas às condições ambientais previstas no projeto. A norma enfatiza que o local de implantação determina diretamente a classe de agressividade ambiental a que a estrutura estará exposta, definindo assim as precauções necessárias para assegurar sua durabilidade. A classificação completa dessas condições ambientais é apresentada na Tabela 1, conforme especificado pela NBR 6118.

Tabela 1: Classes de agressividade ambiental (CAA). Fonte: NBR 6118.

Classe de Agressividade Ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para o Efeito de Projeto	Risco de Deterioração da Estrutura
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana ^{a,b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a Industrial ^{a,b}	Grande
IV	Muito Forte	Insdutrial ^{a,c} Respingos de Maré	Elevado

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

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

c) Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

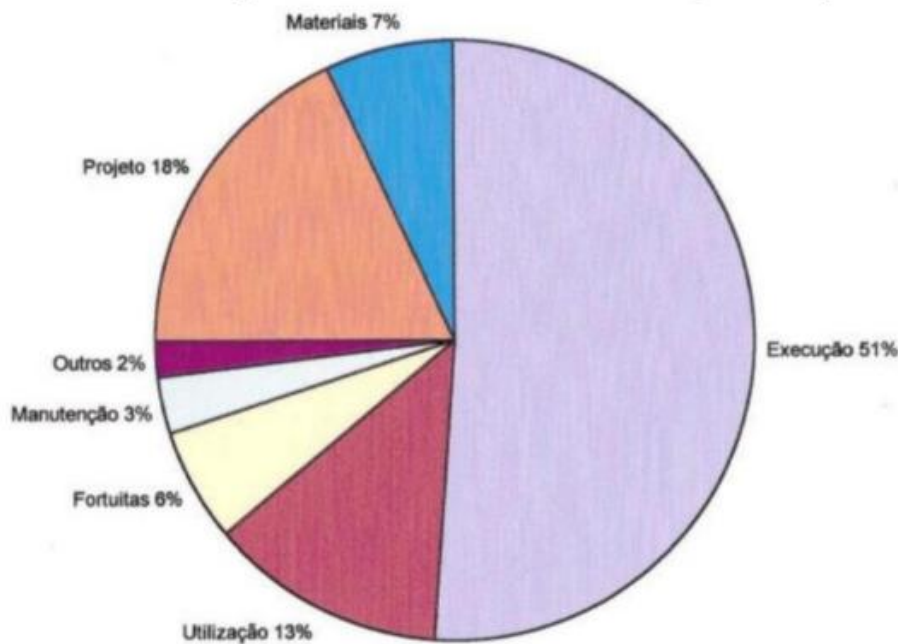
Causa e Origens das Patologias

As estruturas de concreto armado estão naturalmente sujeitas às ações do ambiente em que se encontram, tornando-se vulneráveis quando apresentam manifestações patológicas capazes de comprometer sua durabilidade e desempenho estrutural. Conforme Oliveira (2013), o desempenho refere-se ao comportamento funcional da estrutura durante todo seu ciclo de vida, sendo diretamente influenciado pela qualidade das etapas de projeto, execução e manutenção. Dessa forma, a eficiência e longevidade da construção dependem fundamentalmente da atenção dedicada em cada fase do processo construtivo, aliada a um programa de manutenção adequado e sistemático.

A ocorrência de falhas na estrutura geralmente decorre de problemas no projeto estrutural, erros na execução ou utilização inadequada. Segundo Gonçalves (2015), as causas mais comuns de patologias em obras de edificações são consequência de: a) Falhas na concepção do projeto; b) Má qualidade dos materiais; c) Erros na execução; d) Utilização para fins diferentes dos previstos em projeto; e) Falta de manutenção ao longo do tempo.

A Figura 1 mostra as principais origens de incidências de patologia no Brasil.

Figura 1: Incidência das origens das enfermidades no Brasil (carmona).



Fonte: Silva e Jonov (2011).

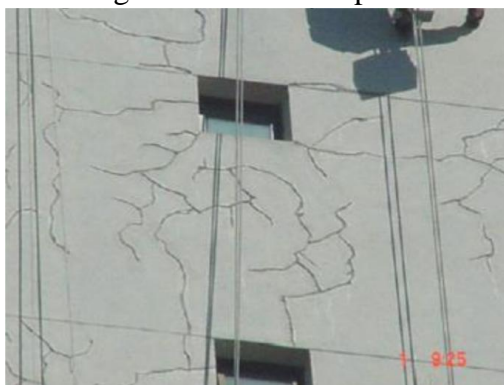
Assim, todas as etapas do processo construtivo - desde o projeto até a execução e utilização da edificação - são igualmente cruciais e demandam rigor técnico em sua realização. A excelência na condução de cada fase é fundamental para atender não apenas às expectativas dos usuários, mas também aos padrões de qualidade estabelecidos, visando reduzir significativamente a ocorrência de manifestações patológicas ao longo da vida útil da estrutura.

Tipos de Patologias mais Comuns nas Edificações

Fissuras

As fissuras são patologias comuns nas edificações e interferem diretamente na estética, durabilidade e nas características estruturais da obra. É a patologia que chama mais atenção devido a insegurança que transmite (Trindade, 2015). São aberturas que afetam a superfície do elemento estrutural deixando um caminho de entrada para agentes externos agressivos à estrutura, segundo Gonçalves (2015). Surgem em regiões onde os esforços de tração excederam a resistência do material, levando-o ao rompimento. A Figura 2, exemplifica uma fissura mapeada que geralmente são superficiais e ocorrem devido a retração do concreto ou argamassa.

Figura 2: Fissura Mapeada



Fonte: Silva e Sales. (2013).

Adiante, durante a investigação do estudo de caso apresentaremos as principais causas da fissuração em estruturas de concreto armado.

Corrosão da armadura

A corrosão de armaduras constitui uma das principais manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, acarretando significativos prejuízos técnicos e econômicos. Compreender seu mecanismo de formação é essencial para implementar medidas preventivas eficazes. Conforme Nascimento et al. (2015), a corrosão pode ser conceituada como um processo degenerativo decorrente da interação entre o material e seu ambiente, mediado por reações químicas ou eletroquímicas que resultam na deterioração progressiva do material. No contexto do concreto armado, esse fenômeno se manifesta através de manchas superficiais de óxido, fissuração paralela às armaduras, destacamento do cobrimento de concreto e redução da seção transversal das barras de aço.

Estes sintomas, ilustrados na Figura 3, representam estágios progressivos de degradação que comprometem a capacidade estrutural do elemento afetado.

Figura 3: Corrosão da armadura.



Fonte: Silva (2011).

Desagregação do concreto

A desagregação do concreto caracteriza-se pela deterioração progressiva da matriz cimentícia, resultante tanto da baixa resistência intrínseca do material quanto da ação de agentes químicos agressivos. Conforme Silva (2011), esse fenômeno leva à perda de coesão na região afetada, transformando o concreto em uma massa friável de agregados soltos que podem ser facilmente removidos manualmente.

Entre os processos desencadeantes, estão, principalmente: corrosão das armaduras, fissuras que facilitam o contato da armadura permitindo os ataques biológicos, movimentação das formas no ato de execução, e pelo fenômeno de calcinação na qual o concreto perde sua resistência mudando de cor. A Figura 4 mostra uma viga em desagregação.



Figura 4: Desagregação do Concreto.

Umidade na construção

Na engenharia, no estudo das patologias, a umidade pode ser definida como estado úmido ou parcialmente molhado (Klein, 1999). Na construção civil, a penetração d'água na estrutura

causa graves problemas de difíceis soluções, que geram prejuízos financeiros e, em alguns casos, danos à saúde dos usuários.

As manifestações patológicas oriundas da umidade podem ser percebidas em elementos de toda a edificação - piso, teto, parede, fachadas etc. A umidade não é apenas uma causa de patologias, ela age também como um meio necessário para que grande parte das patologias em construções ocorram. Ela é fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais (Verçoza, 1991).

Conforme Apolinário (2013), a umidade nas edificações tem diferentes origens, entre elas: umidade de absorção e capilaridade, umidade de infiltração, umidade de condensação, umidade acidental, umidade da obra.

Umidade de absorção e capilaridade

Segundo Yazigi (2011), esta forma de absorção capilar de água acontece pelo contato direto com a umidade. Ocorre geralmente em regiões da fundação, que se encontra em contato contínuo com o terreno (úmido) e sem impermeabilização. A água penetra nos poros dos materiais devido à diferença de pressão e ascende pelas paredes. Caso a água não encontre barreiras e não seja eliminada por ventilação, será transportada gradualmente para cima, pela capilaridade. Esse é o mecanismo típico de umidade ascendente.

A umidade ascendente é aquela onde ocorre um fluxo vertical de água que ascende do solo para estrutura, podendo alcançar alturas significativas (Magalhães, 2008). Um procedimento que evita a ocorrência de umidade ascendente é uma impermeabilização horizontal eficaz, porém de difícil execução depois que a obra estiver concluída. Diante disso, é extremamente importante uma impermeabilização adequada para aumentar a durabilidade e preservar a estrutura dos efeitos deletérios que a água causa nos materiais.

Umidade de infiltração

Segundo Hussein (2013), a umidade de infiltração caracteriza-se pela migração de água do exterior para o interior da edificação, ocorrendo tanto através de fissuras quanto pela propriedade de absorção intrínseca dos materiais construtivos. Belém (2011) complementa que este fenômeno resulta da penetração direta de água no interior das estruturas pelas paredes, causando processos degenerativos nos componentes da construção. Diferentemente de outras formas de umidade, essas manifestações patológicas geralmente apresentam sintomas visíveis que facilitam sua identificação e posterior correção.

Umidade por condensação

De acordo com Belém (2011), a umidade por condensação resulta do contato entre o vapor d'água presente no ar interno e superfícies com temperatura mais baixa, como vidros, metais e paredes, levando à formação de gotículas líquidas. Este fenômeno físico ocorre quando o ar saturado de umidade entra em contato com superfícies cuja temperatura está abaixo do ponto de orvalho.

Silva e Sales. (2013) destacam que esse tipo de umidade está intrinsecamente relacionado a sistemas de ventilação inadequados, elevados índices de umidade relativa do ar, produção excessiva de vapor d'água em ambientes internos, variações sazonais de temperatura;

Estas condições criam um microclima favorável ao desenvolvimento de colônias de fungos e outros microrganismos prejudiciais à saúde ocupacional e à conservação dos materiais de construção. A condensação é particularmente problemática em períodos de maior amplitude térmica, quando a diferença entre temperaturas internas e externas se acentua.

Umidade accidental

Conforme Queruz (2007), a umidade accidental decorre de eventos imprevistos que afetam as instalações hidrossanitárias, gerando vazamentos que podem comprometer significativamente a durabilidade das edificações. Verçoza (1991) ressalta ser um desafio a identificação da área afetada principais em decorrência da natureza oculta das instalações prediais, quando embutidas na estrutura, o que transforma simples vazamentos em problemas complexos, exigindo frequentemente o uso de tecnologias específicas para diagnóstico preciso, como termografia infravermelha ou equipamentos de detecção acústica de vazamentos.

Umidade da Obra

A umidade da obra é necessária e desaparece ao longo do tempo, são provenientes da água utilizada na execução da construção, certos materiais, como por exemplo, as argamassas, necessitam da água para serem utilizados (Souza, 2008).

Principais manifestações Patológicas Causadas pela Umidade

A falta de uma adequada impermeabilização e manutenção possibilita penetração de água na edificação por diversos meios, conforme mencionado, ocasionando sérios danos que comprometem tanto a estética quanto a saúde dos ocupantes (Cechinel et al., 2009).

A umidade em construções constitui um problema frequente e de complexa resolução no âmbito da engenharia civil. Normalmente está relacionada a outras deficiências e falhas construtivas ocorridas durante a fase inicial da obra, tais como erros no processo de impermeabilização (Macedo et al., 2017).

Eflorescência

As eflorescências podem manifestar-se em qualquer parte da edificação, sendo mais frequentes em ambientes úmidos. Consistem em depósitos salinos superficiais transportados pela umidade desde o interior da estrutura, apresentando-se como manchas esbranquiçadas decorrentes de infiltrações hídricas que, em casos mais severos, podem evoluir para a formação de estalactites (Silva e Sales, 2013). A Figura 5 ilustra claramente este tipo de manifestação patológica.

Figura 5: Eflorescência em pisos.



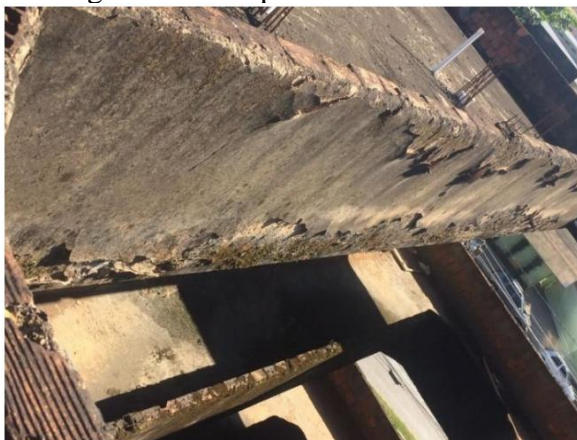
Fonte: Joffily e Oliveira (2013).

Destacamento de reboco e pinturas

O destacamento de rebocos e pinturas ocorre em função de diversos fatores, sendo os principais: variações térmicas, aderência inadequada da argamassa de contato e propriedades higroscópicas dos materiais. Estes fatores provocam a formação de bolhas na superfície afetada, que aumentam progressivamente, resultando no descolamento do revestimento e descascamento da tinta (Rodrigues e Mendes, 2017).

A Figura 6 apresenta um caso deste tipo de manifestação patológica na obra analisada.

Figura 6: Exemplo de destacamento.



Mofo e Bolor

Ambientes com elevados índices de umidade favorecem a proliferação de fungos e bactérias, resultando no surgimento de mofo e bolor. Estas manifestações patológicas caracterizam-se pelo aparecimento de manchas e escurecimentos nas superfícies de alvenaria, acarretando a deterioração progressiva dos materiais construtivos (Cechinel et al., 2009). A Figura 7 ilustra este fenômeno de degradação.

Figura 7: Mofo e Bolor.



Infiltrações

A construção civil enfrenta como grande desafio, tanto durante a execução do projeto quanto ao longo da vida útil da edificação, o problema das infiltrações, que acarreta danos tanto à estrutura da obra quanto aos envolvidos no empreendimento (construtor e proprietário). O entendimento das patologias requer o conhecimento prévio de suas causas fundamentais (Rodrigues e Mendes, 2017).

As imperfeições decorrentes de infiltrações têm como principais origens: falhas de projeto, erros executivos, emprego inadequado de materiais e utilização de materiais defeituosos. Com base nesses fatores, serão descritos os casos mais frequentes de patologias associadas a este problema (Ripper, 1996).

Falta de ventilação no ambientes

Ambientes adequadamente ventilados apresentam maior circulação de ar, facilitando a evaporação da água. Essa condição promove uma ventilação mais eficiente, inibindo a proliferação de fungos e bactérias, além de manter a umidade do ar em níveis mais baixos. Por outro lado, a combinação de ventilação insuficiente e alta umidade pode contribuir para o desenvolvimento de doenças respiratórias (Verçoza, 1991)

Falhas de Projeto

Os projetos de impermeabilização necessitam ser executados com precisão, atendendo às particularidades específicas de cada empreendimento. A inadequação do projeto de impermeabilização a uma obra específica pode resultar em danos significativos e defeitos complexos de remediar. A ausência de avaliações adequadas durante a fase de impermeabilização pode gerar diversos comprometimentos. Desta forma, torna-se imprescindível a observância das normas técnicas, o domínio completo do projeto arquitetônico, a compreensão das características do terreno e a consideração de todos os demais projetos envolvidos na construção (Porciúncula, 2013).

Erros de Execução

Entre os erros mais frequentes, a execução inadequada pode gerar infiltrações. A carência de mão de obra qualificada e a fiscalização deficiente por parte de profissionais técnicos capacitados durante a obra contribuem para o surgimento desses problemas (Trindade, 2015). A falta ou ineficiência de um sistema de controle de qualidade representa outro fator agravante, sendo essencial que este seja rigorosamente aplicado na construção, atuando de forma adequada para assegurar a qualidade satisfatória da obra (Rodrigues e Mendes, 2017). e interpretação adequada das informações pertinentes ao tema.

Vazamento de Tubulações e Captações

Inicialmente, a fase de identificação de fontesAs origens dessas infiltrações localizam-se no interior das paredes, sendo mais frequentes em banheiros e cozinhas devido à maior concentração de tubulações de água fria nestes ambientes. De difícil solução, podem ocorrer tanto por rompimento de tubulações quanto por perfurações externas (Rodrigues e Mendes, 2017).

Estas infiltrações também resultam de sistemas inadequados de captação de águas pluviais através de calhas. A seleção incorreta dos materiais e falhas na vedação contribuem para esse mau funcionamento (Rodrigues e Mendes, 2017).

Abertura do concreto

Segundo Rodrigues e Mendes (2017), as principais anomalias decorrentes de infiltrações em estruturas de concreto estão diretamente relacionadas a falhas executivas, especificamente quanto a: inadequações no processo de fôrmas, lançamento do concreto, adensamento inadequado e controle insuficiente do tempo de cura. Tais deficiências podem comprometer significativamente a integridade estrutural, afetando diretamente a segurança da edificação.

Reparo e Recuperação

Mediante análise visual do problema ou, quando necessário, através de avaliação mais aprofundada com coleta de amostras ou realização de ensaios, torna-se possível identificar as causas das patologias. Com o conhecimento adequado sobre as manifestações patológicas, é possível propor métodos de correção, entre os quais:

Restauração da Amargura das Estruturas de Concreto

Enumera Marques (2015) os seguintes procedimentos de execução para o reparo do concreto contaminado e da armadura corroída: delimitação da área de reparo; remoção do concreto deteriorado no entorno das barras; limpeza; preparação da superfície; tratamento das armaduras com corrosão (pintura); recomposição da seção de concreto removido; proteção superficial do concreto.

Recuperação da alvenaria

O uso de aditivo impermeabilizante na alvenaria úmida é apenas uma solução momentânea, ou seja, logo a umidade da parede voltaria. O procedimento mais apropriado, salienta (Ripper, 1996), seria: a) rasgar, acima da impermeabilização alvo de substituição, em toda a profundidade de alvenaria, com 15 cm, aproximadamente, de altura e no comprimento de 1 m, alternando-se distanciados por 0,8 m; b) Retirar a antiga impermeabilização, limpar e então regularizar os alicerces (entendendo-se por tais alicerces vigas baldrame, fundações ou qualquer base em alvenaria); c) Aplicar duas camadas de feltro asfáltico, colados com asfalto oxidado a quente ou uma camada de butil ou similar, em toda a extensão do rasgo; d) Aplicar uma camada de proteção com tijolos recozidos ou prensados em um comprimento de 0,8 m, cuidando que seja bem cunhada a alvenaria acima. Deixar nas extremidades dentes; e) Executar o rasgo nos 0,8 m alternados entre os vãos já reparados, repetindo o procedimento anterior, ficando a impermeabilização já executada; f) Repetir o procedimento como nos outros rasgos, compeltando assim o fechamento total da parede. g) Demolir o revestimento húmido existente acima da faixa reconstruída e deixar secar a alvenaria descoberta. h) Revestir internamente com emboço sem aditivo impermeabilizante, para que respire a alvenaria. Externamente, é recomendável usar no emboço aditivo impermeabilizante para uma melhor proteção da alvenaria.

Impermeabilização

A impermeabilização resulta da combinação de componentes e serviços destinados a proteger as construções contra a ação da umidade e de fluidos (NBR 9575/2003).

Os agentes transportados pela água e os poluentes atmosféricos causam danos e prejuízos financeiros de difícil reparação. Contudo, a impermeabilização é fundamental tanto para a durabilidade da construção quanto para a segurança do projeto, preservando a integridade física dos usuários (Righi, 2009).

Conforme Cunha e Neumann (1979), existem dois tipos de impermeabilização: rígida e flexível. A impermeabilização rígida utiliza concretos e argamassas com aditivos para reduzir a porosidade e aumentar a impermeabilidade. Seu uso é restrito em áreas expostas ao sol, pois as variações térmicas podem causar movimentações que comprometem o sistema, tornando-o ineficaz.

Já as impermeabilizações flexíveis são empregadas em locais sujeitos às intempéries e a movimentações estruturais. Consistem em mantas pré-fabricadas ou polímeros elásticos aplicados como pintura ou membrana. Estes materiais são dissolvidos e aplicados em camadas, formando uma película elástica após a evaporação do solvente (Rodrigues e Mendes, 2017).

METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa contempla um estudo de caso e considera as manifestações patológicas encontradas no edifício inacabado localizado no centro de João Monlevade. A estrutura inacabada foi originalmente projetada para abrigar diversas lojas comerciais, porém nunca foi concluída. Com o tempo, a exposição às intempéries e a ausência de manutenção propiciaram o aparecimento de diversas manifestações patológicas.

Localizada nas proximidades do centro comercial da cidade, a edificação possui frentes para duas importantes avenidas: a Avenida Wilson Alvarenga e a Avenida Getúlio Vargas.

A pesquisa iniciou-se com uma revisão bibliográfica abrangendo os seguintes aspectos das

patologias em construções: suas causas e origens, os tipos mais frequentes, as diversas formas de umidade presentes nas edificações e as patologias decorrentes dessa umidade, culminando com os métodos de solução e reparo para tais problemas.

Em paralelo à fase de pesquisa documental, conduziram-se visitas técnicas ao local, com registro fotográfico sistemático, para identificação e catalogação das manifestações patológicas existentes. Nesta visita, retirou-se a fotografia da Figura 8, apresentando a fachada da estrutura analisada nesse estudo de caso. Posteriormente, realizou-se uma entrevista técnica (anamnese) com o proprietário do imóvel, visando obter dados relevantes sobre o histórico da edificação e as possíveis origens dos problemas patológicos identificados.

Figura 8: Estrutura Analisada.



Os dados obtidos foram sistematicamente reunidos e analisados. As fotografias documentadas permitiram avaliar as patologias existentes e realizar o diagnóstico, o que, conforme Helene (2003), possibilita estabelecer parâmetros precisos sobre o estado de conservação da edificação e auxilia na determinação das intervenções mais adequadas para cada caso específico.

Foram formuladas hipóteses sobre as prováveis causas subjacentes às manifestações patológicas identificadas. Com base na investigação realizada, desenvolveram-se propostas de soluções técnicas, métodos de reparo e medidas preventivas, visando tanto conter a progressão dos danos existentes quanto prevenir o surgimento de novas patologias.

ESTUDO DE CASO

Local e histórico do estudo de caso

Efetou-se um levantamento visual detalhado para identificação de anomalias e falhas no edifício inacabado. A estrutura em análise, concebida originalmente como galeria comercial para abrigar diversas lojas, teve sua construção iniciada em 1986. Entretanto, devido a complicações financeiras e familiares, as obras encontram-se paralisadas há trinta e dois anos, período marcado pela completa ausência de manutenção, o que resultou no desenvolvimento de múltiplas manifestações patológicas.

Conforme dados obtidos através de entrevista com o proprietário, verificou-se que a edificação possui área construída de 2.400 m². O projeto foi idealizado pelo próprio proprietário com assessoria técnica de engenheiro, tendo a execução sido realizada por mão-de-obra local.

Descrições das Manifestações Patológicas encontradas

A seguir, estão apresentadas as principais manifestações patológicas encontradas na obra

analisada que serviram de objeto de estudo.

Corrosão da Armadura

A corrosão de armaduras representa uma das mais significativas manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, provocando não apenas danos estéticos mas, em casos mais severos, comprometendo a segurança estrutural (Santos, 2015). Face à sua gravidade, torna-se imprescindível compreender seus mecanismos de ação para implementar medidas preventivas e, quando necessário, executar reparos que garantam a durabilidade da intervenção.

A Figura 9 ilustra claramente um caso de corrosão em armadura de pilar estrutural localizado na cobertura, especificamente projetado para suportar o reservatório de água. Conforme estabelecido na revisão bibliográfica, este fenômeno decorre de processos de interação material-meio ambiente, mediados por reações químicas e eletroquímicas que resultam na deterioração progressiva do aço (Nascimento et al., 2015).

Figura 9: Corrosão da Armadura em Pilar.



A Figura 9 ainda permite observar o fenômeno de desagregação do concreto, que ocorre simultaneamente ao avanço da corrosão, resultando no completo desprendimento do concreto que deixa a armadura totalmente exposta. Conforme Polito (2006), os produtos gerados pelo processo corrosivo ocupam volume maior que o material original no interior do concreto, formando "crostas" ao redor das armaduras. Esse aumento volumétrico gera tensões internas que atuam sobre a matriz cimentícia, promovendo sua fissuração e posterior desagregação.

Santos (2015) identifica como principais agentes desencadeadores da corrosão em armaduras: Ação de cloretos, o processo de carbonatação, a presença de meio aquoso.

Os cloretos podem estar presentes no concreto tanto através de componentes da mistura (aditivos, água e agregados) quanto por penetração externa via rede de poros, especialmente em ambientes marinhos. Segundo Polito (2006), mesmo pequenas quantidades de cloretos têm potencial para corroer toda a superfície da armadura, acelerando significativamente o processo e tornando a corrosão particularmente agressiva.

A carbonatação constitui um fenômeno natural que afeta concretos expostos às intempéries, sendo condição essencial para o início do processo corrosivo. A alcalinidade do concreto, mantida principalmente pelo Ca(OH)_2 (hidróxido de cálcio) liberado nas reações de hidratação do cimento, pode ser progressivamente reduzida ao longo do tempo (Polito, 2006).

O avanço da carbonatação é influenciado por fatores ambientais e características do próprio concreto. Polito (2006) destaca como principais fatores intervenientes: água/aglomerante, adições minerais, o processo e tempo de cura, a resistência à compressão porosidade, os fatores internos do concreto (idade, grau de hidratação, agregado e aglomerante) e as condições ambientais (umidade relativa do ar, temperatura, concentração de CO_2 e tempo de exposição).

As visitas in loco permitiram identificar múltiplos focos de infiltração na estrutura, os quais representaram fator decisivo para o processo corrosivo observado.

A ausência de acabamentos e o estado de obra inacabada, associados à constante exposição às intempéries, tornaram a edificação particularmente vulnerável à ação da umidade, acelerando significativamente os processos de degradação e comprometendo sua durabilidade.

Nesta situação em que se encontra o processo, Lapa (2008) sugere que o tratamento das armaduras corroídas deve se organizar, primeiro, em uma delimitar toda a área deteriorada; seguida da remoção, mediante equipamentos ou ferramentas manuais, de todo o concreto contaminado ao entorno das barras corroídas; limpeza minuciosa das barras corroídas, com escova de aço para pequenas áreas ou jatos d'água e ar sobre pressão para grandes áreas; análise rigorosa quanto a existência de uma redução de seção transversal das armaduras atacadas, por ensaios comparativos entre armaduras saudáveis e as que estiverem mais atingidas. Se for o caso, inserção de novos estribos e/ou novas armaduras longitudinais; pintura da armadura tratada e da suplementar, se necessária, com tinta inibidora da ferrugem; quando desnecessárias as formas, a recomposição da seção com concreto convencional, moldado no local e aditivado, ao passo que, quando necessárias, com concreto projetado, aditivado e desempenado; garantia de que a resistência do concreto novo não supere 20% a do concreto existente.

O processo corrosivo impacta significativamente a estrutura, comprometendo sua durabilidade e reduzindo sua vida útil. A correta identificação das causas da corrosão é fundamental para selecionar o método de reparo mais adequado, garantindo uma solução eficaz e duradoura que previna a recorrência do problema.

Destacamento do reboco

Tanto construções antigas quanto recentes apresentam revestimentos em reboco que, com o tempo e a falta de manutenção adequada, sofrem processos de degradação. Essa deterioração compromete significativamente a estética da edificação, especialmente por se tratar de um elemento exterior e visível.

Os rebocos externos estão particularmente sujeitos aos efeitos da exposição direta a agentes agressivos. Conforme Anselmo (2012), as anomalias frequentemente observadas resultam da ação combinada ou isolada de agentes químicos, físicos, biológicos e mecânicos, que promovem a degradação contínua da estrutura.

A literatura consultada identifica a água como principal fator de degradação dos rebocos. Como demonstrado no referencial teórico, as manifestações de umidade nas superfícies das paredes podem ter diversas origens: umidade de construção; umidade de precipitação; umidade do terreno; umidade de condensação; umidade por fenômenos higroscópicos.

Todos esses processos podem desencadear a deterioração do reboco, afetando não apenas a estética (através de manchas e eflorescências), mas também comprometendo as propriedades mecânicas dos materiais utilizados na composição dos revestimentos.

A ação combinada da água - tanto química quanto mecânica - sobre os revestimentos é responsável por anomalias estéticas e pela destruição progressiva do material, particularmente em ciclos repetidos de molhagem e secagem. Segundo Brito et al. (2005), seu efeito mais significativo ocorre através da dissolução e transporte de substâncias, que potencializam a ação destrutiva. As mudanças de estado da água (de líquido para sólido) devido a grandes variações térmicas geram pressões internas nos poros da estrutura, criando tensões que resultam em fissuras e destacamento dos revestimentos.

A Figura 6 ilustra um caso de destacamento de reboco em parede externa, onde se sugere que as causas principais sejam a ação combinada de agentes climáticos (sol, chuva e vento). Esses elementos provocam dilatações térmicas e tensões que, não sendo adequadamente absorvidas pela estrutura, resultam em fissuras e consequente descolamento do revestimento.

Possivelmente o destacamento mostrado na Figura 11 foi devido à ausência de chapisco no teto. O chapisco deixa a superfície áspera e porosa, e é importantíssimo para permitir a aderência da camada de reboco e evitar o seu desprendimento. Neste caso, propõe-se a remoção das áreas não aderentes ou com desagregação, incluindo as áreas circundantes às áreas afetadas e

refazer todo o reboco, seguindo uma correta ordem executiva, traço adequado e materiais de boa qualidade.

Figura 11: Destacamento do reboco na parte inferior da laje.



Mofo e Bolor

Elevados teores de umidade associados a baixas temperaturas favorecem a proliferação de fungos, resultando no aparecimento de mofo e bolor. A composição das argamassas e revestimentos pode ainda propiciar o desenvolvimento de organismos vivos com capacidade de deteriorar a estrutura (Souza, 2014).

Os mofos manifestam-se como pontos de coloração preta, enquanto os bolores apresentam-se como manchas em relevo com tonalidades esverdeadas e escuras. Estes últimos permitem o desenvolvimento de microrganismos, cujas alterações são visíveis a olho nu nos materiais (Souza, 2014).

A Figura 7 mostra o beiral do segundo pavimento da obra, onde se observa claramente a presença de mofo e bolor, identificáveis pelas manchas esverdeadas e escuras. Esta patologia decorre da exposição constante da estrutura à umidade elevada e às intempéries naturais. Já a Figura 12 revela o interior da edificação (área das escadas), que, por não receber luz solar direta, mantém-se úmida, tornando-se propícia ao desenvolvimento de mofo e bolor. Esses organismos podem causar perda de coesão e consequente desagregação do material, uma vez que muitos sistemas de revestimento contêm compostos orgânicos que servem como nutrientes para esses microrganismos.

Figura 12: Mofo da parte interior da obra (escada).



Conforme Santos Filho (2008), as principais recomendações para reparar áreas afetadas por mofo e bolor incluem: limpeza rigorosa das superfícies contaminadas; aplicação de soluções fungicidas e à base de hipoclorito; uso de materiais de construção mais resistentes a bolores, como os fungicidas.

Eflorescência

A eflorescência manifesta-se através da formação de depósitos salinos na superfície de alvenarias, constituídos principalmente por sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-terrosos (cálcio e magnésio), decorrentes da migração de sais solúveis presentes nos materiais e componentes da estrutura (Bauer, 2008). Esses sais são transportados para a superfície pela ação da água presente na estrutura, podendo a eflorescência alterar a aparência dos materiais e, quando envolvendo sais expansivos, causar sua deterioração.

Conforme Bauer (2008), três condições são fundamentais para o aparecimento de eflorescências: a presença de água proveniente de rachaduras, vazamentos e infiltrações; a existência de sais solúveis nos materiais ou componentes; e a pressão necessária para que a solução salina seja transportada para a superfície.

Nas Figuras 13 e 14 observam-se as características manchas esbranquiçadas e acúmulo de pó branco na superfície de vigas, pilares e paredes, decorrentes da eflorescência. Esta patologia surgiu devido à intensa exposição à umidade e à presença de sais solúveis no cimento que foram carregados pela água, podendo acarretar manchas na estrutura, estufamento do reboco, falta de ancoragem para pintura e perda de resistência mecânica.

Para solucionar este problema, recomenda-se eliminar as infiltrações no ambiente, reparar as imperfeições da superfície, realizar a secagem adequada do revestimento, efetuar o reparo do revestimento quando pulverulento através da aplicação de um fundo preparador álcali-resistente para paredes e, finalmente, aplicar argamassa polimérica realizando uma impermeabilização negativa (Cunha, 2011).

Figura 13: Eflorescência em vigas e pilares.



Figura 14: Eflorescências nas paredes.



CONCLUSÕES

O presente trabalho realizou um estudo sobre as patologias que afetam as edificações, apresentando um levantamento das principais manifestações patológicas decorrentes da ação da umidade, que prejudicam as estruturas, bem como identificou seus sintomas, origens, causas e as consequências que acarretam para a durabilidade da estrutura.

Através da pesquisa, evidenciou-se que as causas das manifestações que comprometem o desempenho das estruturas são diversas, sendo as principais relacionadas a falhas de projeto, erros na execução, materiais de baixa qualidade e falta de manutenção ao longo do tempo. Diante desses fatores, ressalta-se a importância do controle, normalização e qualidade dos materiais e serviços que compõem todo o processo construtivo.

Percebeu-se que, para diagnosticar adequadamente as manifestações patológicas, é essencial que o profissional seja capacitado e possua amplo conhecimento sobre os processos construtivos, uma vez que é por meio de um diagnóstico preciso que se identificam as origens do problema e se definem as correções apropriadas.

O embasamento técnico nas principais normas e procedimentos de avaliação estrutural é fundamental para o engenheiro responsável, permitindo decisões que atendam a critérios técnicos e econômicos, beneficiando todos os envolvidos na construção.

As patologias mais frequentes nas edificações, decorrentes da umidade, podem ser evitadas com maiores investimentos na fase de projeto, especialmente em sistemas eficientes de impermeabilização, que previnem o surgimento dessas manifestações. Investir em projetos de impermeabilização bem elaborados, mão de obra qualificada e manutenções periódicas são medidas que otimizam o desempenho da estrutura e evitam custos elevados com recuperações futuras.

Dessa forma, este trabalho buscou identificar as principais patologias relacionadas à umidade e infiltrações, destacando suas causas e os impactos diretos na estrutura e na estética da obra. Por fim, foram apresentadas possíveis medidas corretivas para reduzir e eliminar a ocorrência dessas anomalias.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se: exames complementares para levantamento de subsídios, sejam eles laboratoriais ou in loco; laudo técnico das patologias identificadas, afim de registrar o avanço das manifestações patológicas; e, por fim, análise financeira dos custos das intervenções e até que ponto vale a pena realizá-las.

REFERÊNCIAS

- ANSELMO, P. J. A. **Previsão da vida útil de rebocos de fachadas de edifícios antigos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.
- APOLINÁRIO, M. S. Danos causados por falhas na impermeabilização da infraestrutura de edificações térreas residenciais privativas unifamiliares com área até oitenta metros quadrados. **Especialize Revista Online**, [S.l.], jan. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações Habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projetos de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2003.
- BELÉM, J. M. F. **Umidade nas edificações: causas, consequências e medidas preventivas**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Cariri, Crato, 2011.
- SOUZA, V.; PEREIRA, F. D.; BRITO, J. Rebocos Tradicionais: Principais Causas de Degradação. **Revista Construção**, Portugal, v. 23, p. 5-18, 2005.
- CÁNOVAS, M. F. **Patologia e terapia do concreto armado**. São Paulo: Pini, 1988.
- CECHINEL, B. M. et al. Infiltração em Alvenaria: estudo de caso em edifício na grande Florianópolis. **Revista Publicações**, Florianópolis, 2009.
- CUNHA, A. G.; NEUMANN, W. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico**. 4. ed. Rio de Janeiro: Texsa Brasileira, 1979.
- CUNHA, A. O. **O estudo da tinta/textura como revestimento externo em substrato de argamassa**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- GONÇALVES, E. A. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- HELENE, P. R. L. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Red Reabilitar, 2003.
- HUSSEIN, J. S. M. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão - PR**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.
- INTAS, L. C. **Estudo de caso: análise de patologias estruturais em edificação de gestão pública**. 2010. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- JOFFILY, I. A. L.; OLIVEIRA, A. L. A. A ocorrência de eflorescência em locais impermeabilizados com mata asfáltica. **Revista Técnica**, [S.l.], 2013.

KLEIN, D. L. **Apostila do Curso de Patologia das Construções**. Porto Alegre: [s.n.], 1999. Material didático do 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MACEDO, J. V. et al. Manifestações patológicas causadas pela umidade devido à falha ou ausência de impermeabilização: estudo de caso. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS, 2017, [S.l.]. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017.

MAGALHÃES, D. T. **Inspeção, diagnóstico e controle da ascensão capilar de águas do terreno pelas alvenarias: aplicação na igreja Cidadelhe**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2008.

MARQUES, V. S. **Recuperação de estruturas submetidas à corrosão de armaduras: definição das variáveis que interferem no custo**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

NASCIMENTO, F. B. C.; VASCONCELOS, L. T.; SOARES, A. P. F. Corrosão em armaduras de concreto. **Revista Ciências Exatas e Tecnológicas**, Maceió, 2015.

OLIVEIRA, D. F. **Levantamento de causas de patologia na construção civil**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

POLITO, G. **Corrosão em estruturas de concreto armado: causas, mecanismos, prevenção e recuperação**. 2006. Monografia (Especialização em Avaliação e Perícia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

PORCIÚNCULA, E. Combate às patologias começa na impermeabilização. **Cimento Itambé**, [S.l.], 2013.

QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RIGHI, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções - análise de casos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção**. 3. ed. São Paulo: Pini, 1996.

RODRIGUES, J. P. P.; MENDES, M. M. **Patologias ocorridas por infiltrações relacionadas com a impermeabilização e métodos de correções**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.

SANTOS, A. V. B. **Corrosão de armadura em estruturas de concreto armado devido a carbonatação**. 2015. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) - Instituto de Pós-Graduação, Salvador, 2015.

SANTOS FILHO, L. M. **Apostila patologia das construções**. Curitiba: [s.n.], 2008.

SILVA, L. K. **Levantamento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado no estado do Ceará**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

SILVA, I. S.; SALES, J. C. Patologias ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA. **Revista Técnica**, [S.l.], jun. 2013.

SILVA, A. P.; JONOV, C. M. P. Falhas e patologias dos materiais de construção. **Notas de Aula**. Belo Horizonte: UFMG, 2011. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/335020290/Falhas-e-Patologias-dos-Materiais-de-Construcao-UFMG-2016-Apresentacao-Adriano-de-Paula-e-Silva-Cristiane-Machado-Parisi-Janov-157-pdf>. Acesso em: 9 out. 2024.

SOUZA, A. K. D. **Argamassas do grupo escolar Augusto Severo/RN: caracterização e incidência de manifestações patológicas**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 2009.

VALLE, J. B. S. **Patologia das alvenarias: causa, diagnóstico e previsibilidade**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

TRINDADE, D. S. **Patologia em estruturas de concreto armado**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Sagra, 1991.

YAZIGI, W. A **técnica de edificar**. 11. ed. São Paulo: Pini, 2011.