

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO

THE PATHOLOGICAL MANIFESTATION IN CIVIL CONSTRUCTION: CASE STUDY

CAVALCANTE, João Carlos da Silva¹
MARTINS, Fabiano Battemarco da Silva²

Resumo: As patologias na construção civil, também comumente chamadas de doenças que acometem as edificações, afetam diretamente as matérias-primas da estrutura das construções. Da mesma forma como ocorre conosco, as patologias podem se manifestar por uma série de razões. Do armazenamento inadequado e falta de atenção, até questões que envolvem o não cumprimento de leis e normas. Quando não adotada a norma e boa técnica, seja na confecção do projeto, no emprego de materiais de qualidade e homologados e por fim na boa execução e manutenção das edificações, há o surgimento da doença. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar as manifestações patológicas presentes nas edificações a fim de avaliar suas causas prováveis. A metodologia consistiu na revisão bibliográfica fundamentada num estudo de caso dos fenômenos manifestados *in loco*, adotando as normas técnicas, identificando possíveis características das causas aos danos gerados aos materiais que compõe a edificação assim como o estado de conservação do prédio do Shopping Nova América. Entretanto, o estudo das manifestações patológicas ainda necessita de aprofundamento sistêmico do conhecimento científico, sendo necessária a adoção de antígenos intuitivos dos engenheiros.

Palavras-chave: Concreto Armado, Anomalia; Edificação.

Abstract: Pathologies in civil construction, also commonly called diseases that affect buildings, directly affect the raw materials of the structure of buildings. As with us, pathologies can manifest for a number of reasons. From inadequate storage and lack of attention, to issues involving non-compliance with laws and regulations. When the standard and good technique are not adopted, whether in the design of the project, in the use of quality and approved materials and, finally, in the good execution and maintenance of the buildings, there is the emergence of the disease. Therefore, the objective of the work was to evaluate the pathological manifestations present in the buildings in order to evaluate their probable causes. The methodology consisted of a bibliographic review based on a case study of the phenomena manifested *in loco*, adopting the technical standards, identifying possible characteristics of the causes of the damages generated to the materials that make up the building as well as the state of conservation of the Shopping Nova América building. However, the study of pathological manifestations still requires a systemic deepening of scientific knowledge, requiring the adoption of intuitive antigens by engineers.

Keywords: Reinforced Concrete, Anomaly, Edification.

¹ Engenheiro Civil – Universidade Santa Úrsula – joao.cavalcanti@souusu.com.br

² Mestre em Engenharia Agrícola e Ambiental – UFRRJ – fabianobattemarco@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

As patologias construtivas há muito tempo fazem parte da construção civil, na forma de umidades, trincas e fissuras, descolamento de pintura e revestimentos, dentre outros. Sendo que atualmente é raro observar uma edificação, sem que ela não apresente algum tipo de patologia. As patologias nas edificações surgem como área de estudo na engenharia civil em consequência da necessidade de ações de correções de vários tipos de manifestações que comprometem as estruturas devido a má execução, na deficiência do emprego dos materiais e até mesmo de falhas nos projetos. As obras na construção civil, apesar de terem uma boa durabilidade, não possuem uma vida útil infinita. Além disso, alguns fatores influenciam de forma direta para redução desta vida útil (SCHEIDEGGER; CALENZANE, 2019).

A relevância do tema se justifica diante do investimento anual da área de operações do objeto do estudo, o Shopping Nova América, o aporte para manutenção, que é de 2,7 milhões de reais anuais. Observando o valor destinado com esse a finalidade que representa pouco mais de um terço do total destinado a cota condominial para manutenção de todo complexo, que compreende ainda outros sistemas, custos operacionais, consumo de material e concessionária de serviços públicos.

Com o advento do código defesa do consumidor “CDC”, houve também uma proliferação de órgãos de defesa do consumidor, tal como o PROCON. O consumidor tornou-se mais esclarecido e conhecedor de seus direitos. A partir daí as empresas de construção civil começaram a sentir mais necessidade de padronizar os seus processos e a levar os conceitos de qualidade para dentro das obras. (MATIAS, PETROCELLI, 2021).

Como consequência da alteração de comportamento do consumidor, que passou a ser mais exigente com relação à qualidade do produto e dos serviços, as empresas tiveram aumento nos custos pós-venda. Na construção civil as falhas construtivas significam gastos em pós-ocupação, onerando os custos previstos do empreendimento (MATIAS, PETROCELLI, 2021).

Na busca por uma vantagem competitiva, as empresas espremem os custos de todas as suas áreas, porém, o único local onde o custo não é facilmente previsível é a assistência técnica, previsto no artigo 618, do Código Civil, prazo de garantia recebimento da obra, durante 5 (cinco) anos onde o construtor responde por vícios de solidez ou segurança (rachaduras, infiltrações, vazamentos etc). (Código Civil, será BRASIL, 2002).

2 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do trabalho foi dividido em três fases: inspeção visual, diagnóstico e proposta técnica de reparo. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar as manifestações patológicas presentes no Shopping Nova América a fim de avaliar suas causas prováveis, sua recuperação através de técnicas e matérias disponíveis. A inspeção visual consistiu no levantamento fotográfico das manifestações patológicas existentes na edificação, propondo a recuperação da estrutura de modo a restabelecer seu perfeito estado de conservação. Adotando métodos que eliminem o colapso, evitem a desagregação dos materiais por infiltrações prolongando assim sua vida útil.

2.1 Revisão da Literatura

O concreto armado é a método para estrutura mais adotada nas construções brasileiras e em grande parte das edificações bem como em outros países do mundo. Seu maior emprego se dá exatamente pela competitividade de custo diante de outros métodos estruturais como aço, visto o valor agressivo nos materiais utilizados bem como a mão de obra de execução, normalmente inferior ao das estruturas de aço. Como o modelo estrutural em concreto oferece uma grande vantagem, ao passo que a estrutura é consolidada durante sua confecção de moldagem. Essa característica por sua vez coloca a disposição dos projetistas a vantagem a ótima performance da estrutura, tanto de longevidade, estabilidade e resistente os meios externos de agressão natural das estruturas, além da facilidade de examinar os elementos. (BOLINA; TUTIKIAN; HELENA, 2019).

Características que, quando identificadas em estágios iniciais, podem ser contornadas antes que se tornem graves demais.

Conforme a Câmara Brasileira da Indústria da Construção:

Avaliar o desempenho de sistemas construtivos é um avanço para o setor e constitui o caminho para a evolução de todos que compõem a cadeia da construção civil, é preciso somar esforços para melhorar a qualidade das habitações brasileiras, otimizar o uso dos recursos, compatibilizar e, conseqüentemente, valorizar o projeto (CBIC, 2013, p. 10). Contudo, nem todos os problemas patológicos se dão por falhas de concepção ou inexistência de programas de controle de qualidade, pode-se dizer que muitas das manifestações ocorrem pelo uso inadequado e falta de manutenção da edificação, para tanto, a criação de normas técnicas auxilia na formatação de documentos como manuais de uso, utilização e manutenção, auxiliando usuários e o público leigo, na realização de manutenção preventiva para não ocorrência de problemas patológicos futuros decorrentes deste fator (DAL MOLIN, OLIVEIRA LUCARELLI CARLO, 2021).

Uma das manifestações mais presentes apresentadas a edificação objeto do estudo é a lixiviação, fenômeno que ocorre quando uma substância é extraída de um meio sólido através de sua dissolução em um meio líquido. Na engenharia civil esse processo ocorre no concreto e é uma patologia bastante comum em edificações. É causada através do contato da estrutura de concreto com a água, que acontece basicamente através de infiltrações. (GNIPPER, FERREIRA, LOBÃO, 2018).

Segundo Gnipper e Mikaldo Jr:

A importância do estudo das patologias construtivas, em particular aquelas relativas aos sistemas prediais em apreço, reside na possibilidade da atuação preventiva, especialmente quando elas têm por causa falhas no processo de produção dos respectivos projetos de engenharia (GNIPPER; MIKALDO JR, FERREIRA, LOBÃO, 2018).

A presença do fenômeno em pequena monta inicialmente pode representar apenas uma perda ou comprometimento do aspecto estético. Ao passo que o processo evolui e se caracteriza com perda de material constituintes da estrutura, cabe cautela na avaliação.

Avaliando o empreendimento em estudo, a evolução da lixiviação presente de maneira sistemática em elementos estruturais distintos, tais como: lajes nervuradas de cobertura, edifício garagem, assim como em peças estruturais maciças de salas de equipamento, onde é evidente a formação de estalactites nos tetos. Tais manifestações tem origem na dissolução de carbonato de cálcio (CaCO_3) em água. Dessa maneira, a água vai evaporando e também há a liberação do $\text{CO}_2(\text{g})$, e o carbonato vai se depositando na forma de estalactites (CHOI; YANG, 2017).

Com mais espaços vazios na estrutura, ela fica exposta à ação de agentes agressivos catalisando o processo de carbonatação do concreto, dando caminho para ação de cloreto presentes na atmosfera, determinando o processo de corrosão das armaduras. A maior presença de vazios determina a menor capacidade de rigidez e resistência mecânica da estrutura.

Durante o estudo da lixiviação em argamassas com diferentes graus de hidraulicidade (leve, moderado e alto), contactou-se que quanto maior concentração de hidraulicidade, menor é o tempo disponível para aplicação do material e maior é a sua resistência final.

Os autores puderam concluir que quanto maior a propriedade hidráulica, menor é a disponibilidade de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, e maior é a resistência à lixiviação. Por conseguinte, enquanto a exposição ao Nitrato de Amônia (NH_4NO_3) foi extremamente agressiva e estimulou a dissolução dos compostos de cálcio, a imersão em água deionizada garantiu uma cura prolongada, assegurando a densificação da matriz. Nesse caso, identificou-se inclusive um acréscimo na resistência à compressão. (BANFIL, FORSTER, 2016)

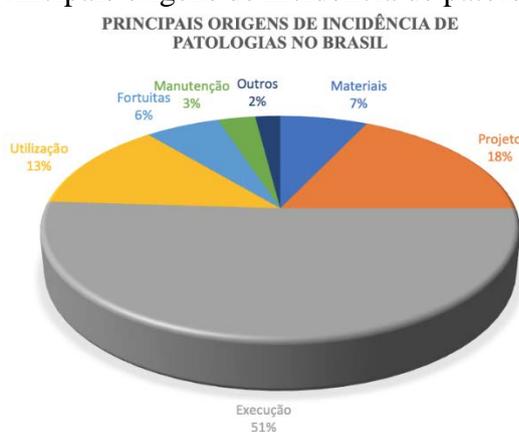
Para que o surgimento dos problemas patológicos não se torne comum nas edificações já finalizadas e em processo de uso, o usuário deverá fazer uso adequado da edificação, obedecendo às exigências feitas pelos projetistas e incorporadores e realizando as manutenções preventivas e corretivas de acordo com o manual de uso, operação e manutenção formatado, redigido conforme a norma técnica ABNT NBR 14037/2014 – Manual de uso, operação e manutenção das edificações, efetuando registros documentados das manutenções de acordo com a norma técnica ABNT NBR 5674/2012– Manutenção de edificações – Procedimento (CBIC, 2018). ABNT NBR 6118/2021 – Estruturas de Concreto Armado – Procedimento: Considerada uma das normas mais importantes quando se trata dos requisitos básicos exigíveis para projetos de estrutura de concreto, a NBR 6118 tem como objetivo principal garantir a qualidade, eficiência e durabilidade das estruturas a partir dos projetos da construção civil.

Os cenários econômicos fizeram com que as obras fossem executadas com maior agilidade, porém se distanciando do emprego e zelo na utilização de material e mão de obra qualificados, em prejuízo da melhor remuneração da mão de obra (SILVA e JANOV, 2016).

Essencial que mesmo antes de se executar qualquer ação de reparação de uma patologia é necessário determinar a causa, pois manifestações patológicas com aparecimento distintos podem ter as mesmas particularidades físicas camuflando o diagnostico de outras manifestações. (SILVA e JANOV, 2016).

Segundo a NBR 15575 (2013), as obras tem que ter uma vida útil de no mínimo 50 anos, não raro as edificações manifestam deterioração muito antes deste prazo decorrente de motivos demonstrados no Gráfico na Figura 1 que determina as principais origens de incidências de patologia no Brasil.

Figura 1 - Principais origens de incidência de patologias no Brasil.



Fonte: (JUNIOR; BARBOSA, 2019)

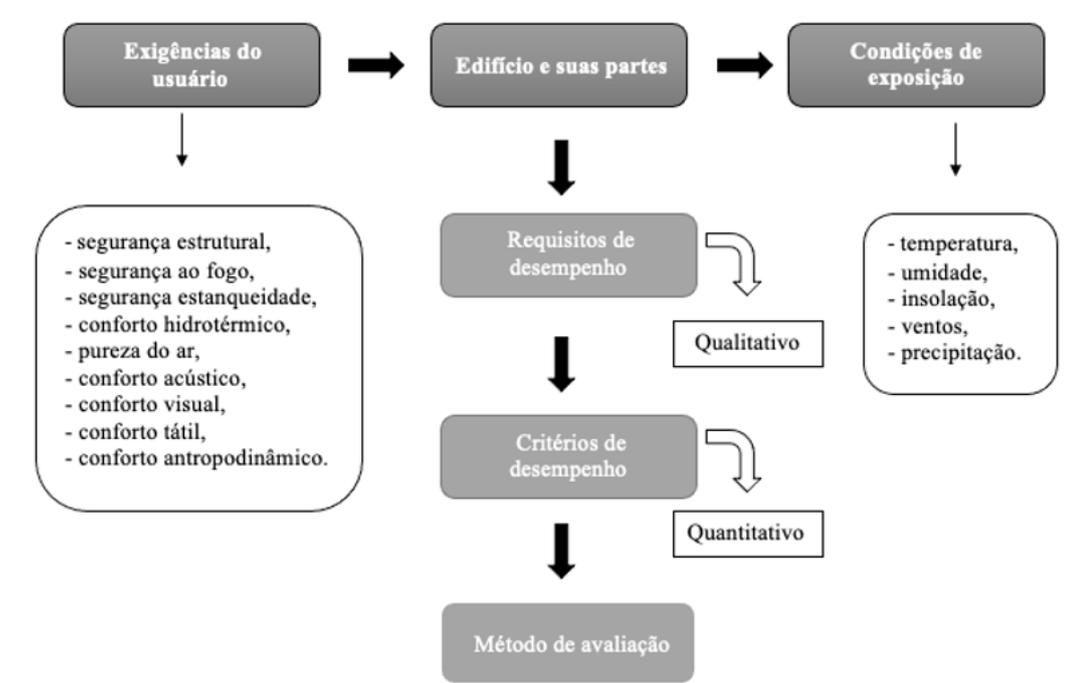
O levantamento das manifestações patológicas é fundamental para determinar a ação corretiva necessária. A utilização de método de estudo elaborado com os conhecimentos e teóricos obtidos e práticos, e utiliza-los no emprego da solução do problemas apresentados na coleta de informações e fatos significativos. (DO CARMO, 2003; ZUCHETTI, 2015).

Por outro lado, a NBR 15575 (ABNT, 2013) define desempenho como sendo o comportamento em uso de uma edificação e seus elementos.

- Entre os principais objetivos da norma de desempenho estão:
- Estabelecimento de requisitos ou patamares mínimos abaixo dos quais as edificações não asseguram condições adequadas de uso;
- Estabelecimento de parâmetros no mercado de forma a reduzir a não conformidade;
- Além de possibilitar alcançar patamares mais diferenciados de desempenho como diferencial de produto.

A metodologia de avaliação do desempenho de maneira objetiva possui necessidades iniciais que seguem de acordo com a Figura 2.

Figura 2. Fluxograma procedimento de avaliação de desempenho



Fonte: (ANTUNES, 2010)

A metodologia empregada a disposição restrita do usuário e a partir daí são definidos os parâmetros a serem atendidos pelo edifício e suas partes pelos requisitos e critérios de performance e modelos de validação em cada caso distinto.

De acordo com Vervloet (2018), a engenharia diagnóstica se trata de conjunto integrante compreendido por cinco ferramentas diagnósticas que se diferenciam quanto à sua finalidade, de modo que respeitam o que pode ser chamada de ordem hierárquica, conforme definidas como:

- Vistoria em edificação;
A constatação técnica de determinado fato, condição ou direito relativo a uma edificação, mediante verificação "in loco"
- Inspeção em edificação;
Análise técnica de fato, condição ou direito relativo a uma edificação, com base em informações genéricas e na experiência do engenheiro diagnóstico.
- Auditoria em edificação;
Atestamento técnico, ou não, de conformidade de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação.
- Perícia em edificação;
Determinação da origem, causa e mecanismo de ação de um fato, condição ou direito relativo a uma edificação.
- Consultoria em edificação:
A partir da concepção de Gomide et al (2009), compreendemos as ferramentas diagnósticas efetivamente diante de uma organização hierárquica, que pode ser ilustrada da seguinte forma (Figura 3).

Figura 3: Ferramenta diagnóstica de engenharia



Fonte: Adaptado de GOMIDE 2009.

Nesse sentido, tem-se que a inspeção diagnóstica se norteia por informações genéricas, bem como na experiência profissional, para considerar as condições físicas das edificações, assim como das anomalias e falhas no contexto dos sintomas apresentados.

2.1.2 Corrosão das armaduras

O processo de corrosão depende da estabilidade das reações de corrosão com o pH, podendo ser estabelecida uma relação em função deste, que são representadas graficamente pelo diagrama de Lodi (2010).

Sendo o concreto uma solução aquosa intersticial alcalina com valores de pH em torno de 12,5 e 13,5, fornece às armaduras um alto grau de proteção contra a corrosão, para uma faixa usual de potencial de corrosão no concreto na ordem de +100mV e -40 mV em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio, sendo as reações de eletrodo verificadas no ferro de passivação. (HELENE, CAPRARO, 2018).

Apresenta que para a corrosão no interior do concreto se desenvolva, são necessárias algumas condições, como seguem:

- I. existência de eletrólito: meio onde ocorrem as pilhas de corrosão da natureza eletroquímica, que conduz os íons, gerando uma corrente de natureza iônica e também para dissolver o oxigênio. O eletrólito, no concreto, é composto por solução aquosa que possui íons em solução, sendo fraca ou forte em função da quantidade de íons presentes.
- II. diferença de potencial: deverá obrigatoriamente existir uma ddp entre dois pontos aleatórios, seja pela diferença de umidade, aeração, concentração salina, tensão do concreto ou aço, impurezas no metal ou outras heterogeneidades características do concreto pela carbonatação ou pela presença de íons.
- III. existência de oxigênio: Será o oxigênio o regulador de todas as reações de corrosão, estando presente por dissolução nos poros do concreto.
- IV. existência de agentes agressivos: a ocorrência de agentes agressivos no eletrólito, influenciam fortemente o início e a velocidade da corrosão, como é o caso de íon sulfetos (S²⁻), íons cloretos (Cl⁻), dióxido de carbono (CO₂), etc, que atuam nas reações necessárias ao processo acentuando a ddp e facilitando a dissolução da camada de passivação. (CASCUDO, 2005; BERTI, SILVA JÚNIOR, 2019)

O processo de corrosão ocorre na presença das reações seguintes:

Regiões anódicas (locais corroídos), desenvolve a manifestação principais de dissolução do metal (oxidação), o processo anódico ocorre na superfície do metal.

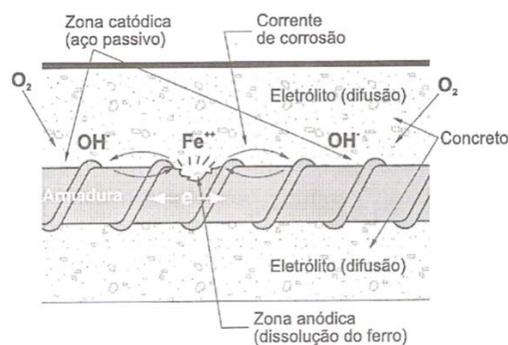


Regiões catódicas (locais não corroídas), promove a redução de oxigênio, fenômenos presente na armadura do concreto. A manifestação catódica acontece na interface entre o metal e o eletrólito e depende da quantidade de oxigênio dissolvido e do pH da interface metal-eletrólito.



Os produtos oriundos da corrosão criam expansões nas armaduras, causando danos ao concreto como a fissuração e produzindo uma variação na distribuição de tensão sobre a secção o que gera um deslocamento angular no sentido do comprimento da barra rígida uma redução na ligação armadura/concreto pela perda de confinamento (Figura 4).

Figura 4. Pilha eletroquímica de corrosão no concreto armado.



Fonte: (LODI, 2010)

2.1.3 Lixiviação do concreto

A lixiviação do concreto é uma das manifestações patológicas mais comuns. Ela é causada basicamente pelo contato da estrutura com a água. Durante o processo de hidratação do cimento é formado um composto chamado hidróxido de cálcio - $\text{Ca}(\text{OH})_2$. (SABAI, 2017)

O processo da lixiviação, é um mecanismo de degradação do concreto no qual os produtos solúveis formados durante a hidratação do cimento, como o Hidróxido de Cálcio (Ca(OH)_2), são dissolvidos por água. Essas reações tendem a formar carbonato de cálcio, que é menos solúvel, e que dá origem a manchas esbranquiçadas, chamadas de eflorescência (YU; ZHANG; KHENNANE, 2015).

A eflorescência está, usualmente, associada à necessidade de manutenção de fachadas, pois além de aumentar a porosidade da microestrutura e interferir negativamente nas propriedades mecânicas do concreto, ela também afeta a estética do elemento.

Quaisquer das manifestações tem características de deteriorar a composição dos elementos estruturais internamente. A ocorrência de períodos de gelo - degelo bem como a lixiviação degradam a composição cimentícia do concreto, determinando a fragilidade da estrutura, comprometendo a integridade e aparência estética. Por outro lado, também podem ser utilizados modelos matemáticos para a previsão de vida útil e da taxa de deterioração das estruturas expostas aos agentes patológicos (WAWRZENCZYK e MOLENDOWSKA, 2017)

2.1.4 Umidade

A umidade é uma das manifestações presentes nas edificações que demonstram maior grau de dificuldade para serem solucionadas. São diversas as maneiras com que a umidade se apresenta de maneira recorrente nas edificações, seja proveniente do processo de capilaridade, oriunda das chuvas, condensação e decorrente de vazamentos em redes hidráulicas (VERÇOZA; RAMALHO, 2016).

Os problemas ocasionados por umidade podem ser evidenciados em diversos elementos das edificações como, paredes, pisos fachadas, elementos de concreto armado, entre outras. Podendo ser relacionado a uma única causa. (WAWRZENCZYK, 2017).

Conforme a NBR 15575/2008, a água é o principal agente de degradação de um amplo grupo de materiais de construção, estando presente no solo, na atmosfera, nos sistemas e procedimentos de higiene da habitação. O excesso de umidade pode causar vários transtornos. Para edificações, pode danificar a estrutura e o revestimento do imóvel.

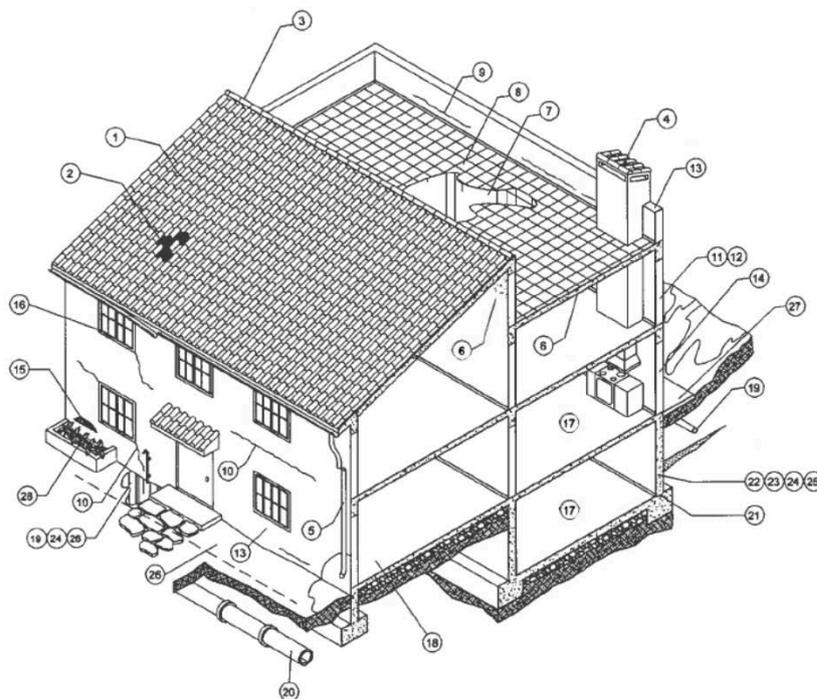
A umidade chega a representar percentualmente 60% das manifestações patológicas encontradas em edificações em fase de utilização, podem significar prejuízos de aspecto funcional, de desempenho, estéticos e estruturais podendo ainda determinar risco à segurança e à saúde dos usuários. Os materiais quando submetidos a presença constante da umidade, apresentam saturação, evidenciam manchas bem como sua degradação. (Santos, 2021).

Na construção civil, os defeitos decorrentes da penetração de água ou devido à formação de manchas de umidade, geram problemas bastante graves e de difícil solução.

- Prejuízos de caráter funcional da edificação;
- Desconforto dos usuários e em casos extremos os mesmos podem afetar a saúde dos moradores;
- Danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações;
- E diversos prejuízos financeiros.
- Condições do solo úmido em que a estrutura da edificação foi construída;
- Ausência de obstáculos que impeçam a progressão da umidade;
- Utilização de materiais porosos (tijolos, concreto, argamassas, madeiras, blocos cerâmicos) que apresentam canais capilares, permitindo que a água ascenda do solo e penetre no interior das edificações. (CÓIAS, 2011).

A presença de água nas edificações quando não tratadas ou encaminhadas de forma adequada geram danos a estrutura em diversos elementos da estrutura, que podem estar presentes desde as fundações até a cobertura. Conforme mencionado na Figura 5.

Figura 5 – Causas de manchas de umidade nas edificações.



Fonte: (CÓIAS, 2011).

Figura 6 - Principais meios e vias de origem para patologias provocadas pela água e umidade nas edificações

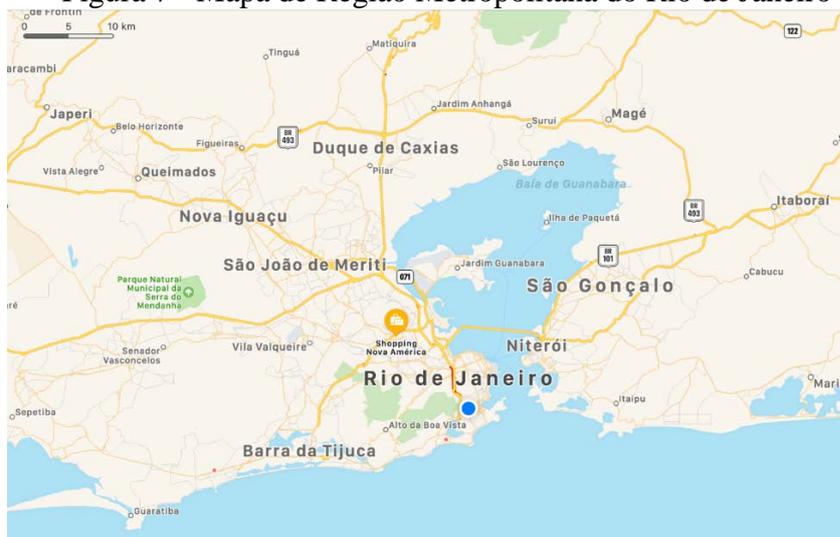
N.º	Componente ou elemento - anomalia ou defeito	Origem	Forma de Ingresso
1	Cobertura inclinada – inclinação insuficiente, deformações (caso das estruturas de madeira), etc.	Chuva	Batida pelo vento, gravidade
2	Cobertura inclinada – telhas partidas ou porosas	Chuva, água retida	Gravidade, capilaridade
3	Ausência ou insuficiência dos beirados	Chuva	Batida pelo vento, gravidade
4	Elementos salientes da cobertura – má pormenorização ou deficiências nos remates	<i>Idem</i>	<i>Idem</i>
5	Sistema de drenagem da cobertura – ausência, deficiência ou falta de manutenção do algeroz, tubo de queda, acessórios ou ligações	<i>Idem</i>	<i>Idem</i> , salpicos
6	Face interior de paredes e tectos – deficiente isolamento	Condensação	N.A.
7	Cobertura horizontal – pendentes ou sistema de drenagem deficientes	Chuva, fortuita (empoçamento)	Gravidade
8	Cobertura horizontal – má execução		Gravidade
9	Cobertura horizontal – má concepção ou execução dos pormenores (p. ex.: contorno, juntas, pontos singulares)	Chuva	Capilaridade, gravidade
10	Paredes – fissuras	Chuva, água retida	<i>Idem</i>
11	Paredes de contorno – pormenores construtivos deficientes	Chuva, água retida	<i>Idem</i>
12	Paredes – Execução deficiente	Água retida	N.A. (água de construção)
13	Paramentos exteriores – rebocos porosos, refechamento de juntas deficiente	Chuva	Capilaridade
14	Paramentos exteriores – deficiente protecção	Chuva	Incidência directa, salpicos, capilaridade
15	Paredes – presença de sais	Higroscopicidade	
16	Caixilho – vidros partidos, empenos, estanquicidade insuficiente, má concepção ou fabrico	Chuva	Batida pelo vento, capilaridade
17	Deficiente ventilação dos espaços	Condensação	
18	Pavimento térreo – ausência de caixa de ar ventilada, impermeabilização insuficiente	Solo	Capilaridade, subpressão
19	Canalizações enterradas – fuga, rotura	Fortuita	Capilaridade
20	Redes de abastecimento de água (quentes, frias, incêndio) e de saneamento – fuga	Fortuita	<i>Idem</i>
21	Junta de trabalho – deficiente pormenorização ou execução	Chuva, solo	Gravidade
22	Paredes enterradas – defeitos de execução (chochos, juntas, fissuras)	Chuva, solo Higroscopicidade	Infiltração
23	Fundação, base da parede – ausência de esgoto pluvial	Chuva	Capilaridade
24	<i>Idem</i> – ausência de drenagem circundante	Chuva, solo	Capilaridade, sub pressão
25	<i>Idem</i> – ausência de barreira impermeável	Chuva, solo	<i>Idem</i>
26	<i>Idem</i> – ausência de faixa impermeabilizada	Chuva	<i>Idem</i>
27	<i>Idem</i> – deficiente inclinação da faixa impermeabilizada	Chuva	Gravidade, Capilaridade
28	Floreiras ou canteiros – concepção e/ou manutenção deficientes	Solo, rega	<i>Idem</i>

Fonte: (CÓIAS, 2011)

3 ÁREA DE ESTUDO

A construção em estudo se trata de uma edificação industrial adaptada em 1995, localizada na zona norte do município do Rio de Janeiro, junto a linha dois do metrô e via expressa Linha Amarela. O edifício original foi construído 1925. Conforme imagem de mapa Figura 7.

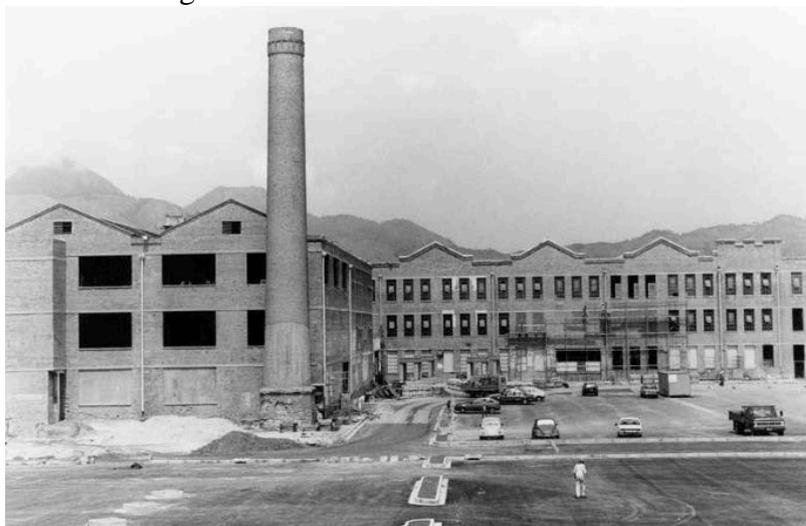
Figura 7 - Mapa de Região Metropolitana do Rio de Janeiro - RJ



Fonte: TOMTOM OPENSTREETMAP – APPLE ©, 2022

Prédio caracterizado como uma edificação com estrutura mista, subdividido em onze blocos. A estrutura empregada é em boa parte concreto armado, estrutura de madeira, estrutura metálica e alvenaria estrutural. Conforme imagem da Figura 8.

Figura 8 – Prédio fábrica Nova América



Fonte: Imagem arquivo público, 1994

Suas paredes divisórias de alvenaria de tijolo, e placas de gesso acartonado e fachadas revestidas de emboço e blocos cerâmicos maciços e peles de vidro, nível de acabamento industrial nos blocos remanescente da antiga fábrica de tecidos e modernos nas expansões. Os prédios limítrofes com as vias de acesso ao prédio são tombados pelo Instituto Rio Patrimônio da Humanidade “IRPH”. Seu terreno é plano, localizado em rua pavimentada. Conforme imagem aérea da Figura 9.

Figura 9 – Imagem aérea Prédio Shopping Nova América



Fonte: Arquivo próprio - Shopping Nova América, 2019

3.1 Estudo do Caso

Foi realizado o diagnóstico dos danos na edificação, simultaneamente foi feito um levantamento obtendo informações sobre a edificação como: localização, idade, reparos realizados, entre outros, a fim de conhecer os fatores que geraram o surgimento das patologias. O diagnóstico contém dados das patologias como: descrição, tipo, possíveis causas e registro fotográfico.

Os diagnósticos apresentados a seguir foram realizados através de uma inspeção visual dos problemas patológicos identificados na edificação em estudo. O Quadro 1 apresenta as diversas manifestações patológicas observadas, bem como as possíveis causas e propostas de reparos. Observa-se que de uma forma geral tais problemas estão relacionados aos elementos estruturais e à umidade, decorrentes da falta de manutenção da edificação.

3.1.1. Princípios Gerais do Diagnóstico

A análise do diagnóstico é importante para a correta ação sobre a construção e tem que acontecer antes da corretiva.

Avaliar o objeto construído, é tão fundamental quanto objetivar a fadiga, que ocorra num local determinado. Tomar essa ação possibilita avaliação prematura das possíveis origens prováveis e assim é possível determinar no período futuro consequências similares.

Conclui-se que a melhor solução adotada no meio técnico provém fundamentalmente da ação determinada durante a análise diagnóstica da patologia apresentada. A aceitação toma como base o diagnóstico realizado durante a avaliação da patologia. Determinante o levantamento do maior número de informações bem como o rigor na apuração desses dados, bem como a experiência consolidada e qualificação do profissional e das instituições envolvidas (CABRITA 2008).

Diante do estudo do diagnóstico, o proprietário de obra toma conhecimento das necessidades de atuação total no edifício, as factíveis soluções de restauro e prognósticos dos valores unitários dos trabalhos de reparo, o que pode auxiliar na elaboração do modelo adotado para o reparo integral ou segmentado por etapa. (GONÇALVES, 2004).

3.1.2 Metodologia do Diagnóstico

Fundamental reconhecer o diagnóstico e é também um dever que exige muita sutileza na abordagem, o episódio de uma patologia ocorre dada simultaneidade de várias ações problemáticas, onde com facilidade, atingem dimensão que impõe o conhecimento generalizado.

De certa forma, o contrassenso aparente mencionando anteriormente, evidencia a estratégia adotada na utilização do conhecimento empírico, o aprendizado se norteia essencialmente no “saber de experiência feito”, no conhecimento científico, em que o diagnóstico tem base no recurso de modelos matemáticos e físicos precisos, à experimentação no local ou por amostras em ensaios em laboratório, e ainda na convergência dos dois métodos o que significa o recurso preliminar à experiência. APPLETON 2002).

Tendo como fatores preponderantes uma metodologia sistemática:

- i. Análise da informação; (projetos, desenhos gerais, especificações técnicas de materiais, diário de obras)
- ii. Inspeção técnica; (identificar locais mais degradados que devem ser visitados analisar o carácter sistemático das patologias, detectar as exigências de uso)

- iii. Visita ao interior e exterior da edificação; (avaliar característica gerais da edificação, mapear meios contribuintes a sua degradação)
- iv. Elaborar levantamento fotográfico das patologias; (registro de grande importância quando não dispomos de informação desenhada. (APPLETON 2002).

Quadro 1. Levantamento das manifestações patológicas

Característica da peça analisada:	Laje nervurada de concreto	Registro fotográfico
Manifestação patológica:	Corrosão de armadura	
Ensaio visual:		
Ocorrência em diversos elementos ao longo da estrutura.		
Evidência de deslocamento do concreto de revestimento.		
Processo de carbonatação do concreto e dano a armadura.		
Causas prováveis patologia:		
- Ausência de impermeabilização junta estrutural		
- Infiltração		
- Espesura de recobrimento de armadura inferior ao sugerido em norma		
- Falha de execução		
Medida corretiva proposta:		
Ensaio de verificação do comprometimento da armadura.		
Remoção do revestimento/material desprendido.		
Recomposição do material exposto (armadura) bem como concreto.		
		

Característica da peça analisada:	Laje nervurada de concreto
Manifestação patológica:	Lixiviação do concreto
Ensaio visual:	
Ocorrência em diversos elementos ao logo da estrutura.	
Evidência de formação de estalactite por transporte de água.	
Processo de remoção hidroxido de cálcio.	
Causas prováveis patologia:	
- Ausência de impermeabilização presença de fluxo de água constante.	
- Infiltração	
- Adoção de cimento mais puro sem aditivo.	
- Falha de execução.	
Medida corretiva proposta:	
Ensaio de verificação do comprometimento da armadura.	
Remoção do revestimento/material desprendido.	
Recomposição do material exposto (amarmadura) bem como concreto.	



Característica da peça analisada:	Laje pre moldada - pre laje
Manifestação patológica:	Umidade
Ensaio visual:	
Ocorrência em machas na face inferior da laje.	
Evidência de formação de colonia de fungos e bolores.	
Desplacamento do revestimento superficial.	
Causas prováveis patologia:	
- Ausência de impermeabilização presença de fluxo de água constante.	
- Infiltração por acúmulo de água na laje.	
- Falha de execução pela ausência de sistema de dreno.	
Medida corretiva proposta:	
Ensaio de verificação do comprometimento da armadura.	
Remoção do revestimento/material desprendido.	
Recomposição do material exposto (amarmadura) bem como concreto.	



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.2 Medidas de Prevenção da Patologias

As ações de prevenção são fundamentais para evitar problemas patológicos nas estruturas, a prevenção deve ser pensada desde a concepção do projeto até à utilização da construção. A falta ou demora na adoção de medidas preventivas e restauração podem significar grandes danos a estruturas, representando relevante comprometimento da integridade da edificação, elevando a possibilidade de prejuízos financeiros, ocasionado pelo colapso e acidentes estruturais, podendo ocorrer comprometimento em cenário mais crítico de vítimas fatais. Logo, é fundamental atentar às principais medidas de precaução que devem ser adotadas, como:

- Projetos bem executados, onde se deve considerar todas as cargas que irão atuar sobre a estrutura, proteção ativa e passivas de acordo com as normas vigentes, conter detalhamentos suficientes para a correta execução, deve ser elaborado de forma criteriosa para atender aos requisitos de desempenho da estrutura;
- Controle tecnológico dos materiais, escolha adequada dos materiais empregados para garantir sua funcionalidade ao longo do tempo;
- Fiscalização e equipe competente na etapa de execução da obra;
- Manutenções preventivas, deve ser realizada periodicamente conforme o tempo que for recomendado em norma ou pelo manual do usuário, dessa forma é possível manter um desempenho satisfatório da estrutura no decorrer de sua vida útil;
- Utilização adequada da estrutura, não exceder as cargas para qual a estrutura foi projetada, evitar realizar intervenções nas estruturas ou utilizá-las para outros fins diferentes de sua finalidade.

3.3 Resultado e Discussão

As visitas às edificações possibilitaram diagnosticar algumas patologias as quais estão expostas nas tabelas que destaca todos os passos da pesquisa, desde o registro fotográfico até a sugestão de recuperação por meio da terapêutica adequada.

Muitas são as possibilidades de intervenção para recuperar as estruturas mencionadas. Após verificar devidamente a redução ou eliminação dos agentes causadores da patologia, assim como sua origem, o processo de recuperação pode ser iniciado. Garantir o retorno da integridade dos elementos estruturais incluindo a vida útil inicial, e a solução é a recomposição da sua geometria, seguindo os passos adequados para tratamento do substrato de concreto

deteriorado e, não menos importante, das armaduras, pois geralmente o problema passa pela corrosão das mesmas.

Para recuperar corretamente as áreas contaminadas por corrosão das armaduras, todo o concreto deteriorado deve ser retirado, até que se obtenha uma superfície do concreto, sã e íntegra, completamente exposta. Caso, após a limpeza da armadura, seja constatada uma redução de seção transversal da ordem de 15% a 25% da seção original da barra, é recomendável a execução do complemento de armadura. Essa nova armadura deverá ser convenientemente ancorada, seguindo rigorosamente as recomendações das normas estruturais (ABNT NBR 6118/2021).

Sempre é aconselhável a construção de uma ponte de aderência nos reparos de áreas com manifestação de corrosão das armaduras, pois garante uma completa aderência entre o reparo e o substrato de concreto. O ideal é a utilização de uma ponte de aderência cimentícia, respeitando as características de cada produto. Ao final, após a recomposição da peça, é essencial que seja realizada a sua cura, que pode ser química ou através de métodos convencionais.

Nas patologias evidenciadas onde ocorre infiltração, o sistema de impermeabilização tem a função de impedir a passagem indesejável de fluidos e principalmente da água e vapores, permitindo a funcionalidade e durabilidade da construção, além de proteger dos inúmeros problemas patológicos que poderão surgir com a infiltração e outros componentes agressivos da atmosfera (gases poluentes, chuva ácida, ozônio), que contribuem para a deterioração e degradação. A IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização) apontam que a umidade corresponde por 85% dos problemas encontrados nas construções brasileiras. Causada pela infiltração de água, é um dos problemas mais frequentes nas edificações.

A impermeabilização é considerada um dos sistemas de proteção da edificação que garante segurança para a estrutura como também para seus usuários. Para evitar estes problemas e manter uma edificação segura, durável e saudável, é necessário utilizar produtos de boa qualidade que garantam a estanqueidade da mesma. Diante desse cenário é fundamental restabelecer o sistema quando comprometido e catalizador das origens da patologia.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A condição de preservação da edificação é alusiva ao método executivo adotado durante a construção bem periodicidade das manutenções, manifestações específicas demandam avaliação correta. Embora haja um dispêndio constante na manutenção do prédio, fica constatado

que não faz frente aos vícios ocultos, falhas de execução e adoção de matérias e métodos não adequados na construção.

Como estudo elaborado evidencia-se a importância da inspeção periódica para a garantia do desempenho construtivo das edificações, com a possibilidade de uma avaliação dos eventuais riscos aos usuários. Salienta-se a presença de biofilme nas estruturas de madeira confinadas, ora inspecionadas apontam para a incidência de umidade por tempo prolongado, assim como a situação de que as alvenarias absorvem água provinda diretamente das chuvas, de escoamentos falhos das estruturas de cobertura e ainda pela simples percolação d'água proveniente da mesma.

Outras descobertas, feita a partir das análises executadas, é que as patologias de menor relevância tais ausência de pintura ou deslocamento, trincas e fissuras, evoluem com o tempo para manifestações mais relevantes uma vez que oferecem maior degradação dos materiais. A análise realizada no local evidencia o estado de evolução das patologias.

Logo, a maneira mais eficaz para mitigar os danos causados pelas manifestações patológicas começa pela boa execução do projeto, tendo como premissa a periodicidade da manutenção construção, com objetivo de identificar e evitar prejuízos futuros. Os vícios construtivos aliado a ausência na adoção de medidas corretivas e de manutenção preventiva catalisam a progressão das patologias e conseqüentemente seu grau de comprometimento.

Pode-se concluir que a edificação possui capacidade de recuperação, inclusive, obras estão sendo realizadas com frequência, em busca do quadro perfeito de saúde predial. Apesar de algumas anomalias se não tratadas podem comprometer a estabilidade da estrutura.

Diante do objetivo inicial deste trabalho, o estudo apresenta subsídios para empreendedores proprietários, bem como para os responsáveis pela gestão do empreendimento, dar prioridades para elaboração de estratégia recuperação das instalações das edificações do complexo do shopping center. Além disso, o trabalho pode ser útil como orientador na contratação de novas obras no sentido de evitar vícios construtivos que permitem a manifestação destas patologias construtivas.

REFERÊNCIAS

APPLETON, J. (2002). Estudos de Diagnóstico em Edifícios. Da Experiência à Ciência. A Intervenção no Patrimônio. Práticas de Conservação e Reabilitação. Porto, FEUP.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS Edificações Habitacionais, NBR 15575-5 disponível em : acesso em: 12 de Out. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6118 de 2003. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 2003.

BARROS, N.; MORAES, K.; Avaliação das Manifestações Patológicas de uma Edificação Educacional Pública em Maceió - AL, CONTECC 2018, Maceió, Agosto 2018.

BELON, K. Principais manifestações patológicas ocasionadas pela umidade: uma revisão bibliográfica. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES. 4º, Florianópolis – SC. p. 112 – 123, 2019

CAPRARO ANA PAULA BRANDÃO.; MEDEIROS MARCELOE HENRIQUE FARIAS; Avaliação do mecanismos de corrosão em concretos, 2019.

CASCUDO O. ; O Controle da Corrosão de Armaduras em Concreto: Inspeção e Técnicas Eletroquímicas – Goiânia, GO. Editora UFG, 1997.

CÓIAS, V. (2006). Inspeções e Ensaios na Reabilitação de Edifícios. Lisboa, IST PRESS

COVELO SILVA, M. A. Gestão do processo de projeto de edificações. São Paulo, 2003. Editora O Nome da Rosa.

DE AQUINO, D. R., DA SILVA, B. C., DE ALMEIDA BARROS, S., & DE ALENCAR CARVALHO, C. V. A Utilização de drones aplicados à Engenharia Civil: um estudo de caso na inspeção de telhados industriais. Revista Eletrônica Educação, Tecnologia e Engenharia- ISSN 2675-3413, 1(1), 23-47. 2020.

FURLAN, C.; PARENTE, L.; LEONI, M.; SAHADE, R.; SILVA, P., Novos Patologistas UM LEGADO DE PAIXÃO PELA BOA ENGENHARIA Centro Universitário Cesmac (CESMAC), São Paulo, Agosto 2020.

FERREIRA, Jackeline Batista, LOBÃO Victor Wandir Neves, MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2018.

GENTIL, Vicente. Corrosão. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003.

JONOV, C. M. P; SILVA, A. P. Falhas e Patologias dos Materiais de Construção. Belo Horizonte, 2016.

MATIAS Felipe Vilas Boas da Silva, PETROCELLI Daniel. Análise sobre a aplicabilidade do CDC, 2021.

OLIVEIRA, LUCARELLI, CARLO. Uso de materiais de mudança de fase em sistemas construtivos, 2021.

PEREIRA, Elias. A RESPONSABILIDADE CIVIL E CRIMINAL DO PROFISSIONAL DE ENGENHARIA CIVIL. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 11, n. 4, 2019.

SOUZA, V. C. M; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. Editora PINI Ltda (Reimpressão). São Paulo, 1999.

TRINDADE, D. S. PATOLOGIA EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO. Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2015.

VERÇOZA, E. J. Patologia das Edificações. Porto Alegre, Editora Sagra 1991. 172p Tecnologia de Edificações / Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha São Paulo: