



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

RHUAN PERON NAZÁRIO

**A IMPORTÂNCIA DO ENGENHEIRO CIVIL PARA A EXECUÇÃO DE OBRAS,
MANUTENÇÃO E TRATAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS**

Tubarão

2021

RHUAN PERON NAZÁRIO

**A IMPORTÂNCIA DO ENGENHEIRO CIVIL PARA A EXECUÇÃO DE OBRAS,
MANUTENÇÃO E TRATAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
do Sul de Santa Catarina como requisito parcial
à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof^a. Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, Ms.

Tubarão

2021

RHUAN PERON NAZÁRIO

**A IMPORTÂNCIA DO ENGENHEIRO CIVIL PARA A EXECUÇÃO DE OBRAS,
MANUTENÇÃO E TRATAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 30 de novembro de 2021.

Professora e orientadora Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Maurício Alberto Büchele Motta, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Rennan Medeiros da Silva (PhD Student)
Universidade de Ottawa

Eng. Jonas Martins Marcelino
Locks Administradora de Obras

Dedico esta, bem como todas as minhas demais conquistas, primeiramente à minha família, por todo apoio, incentivo e confiança depositados em mim, mas também aos amigos e colegas que fizeram parte do meu crescimento pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, que com sua graça me deu o prazer da vida e tem me dado forças para seguir meus sonhos.

Agradeço de forma muito especial à minha mãe, Bernadete, que desde muito cedo batalhou para que o melhor fosse dado aos seus filhos, como educação e exemplo. Em principal nesse momento, obrigado mãe por todo apoio e incentivo à mim dado nessa fase!

Ao meu pai, Eniomésio (*in memorian*), exponho meu agradecimento como principal exemplo de homem que trago até hoje, sendo fundamental para que me tornasse quem sou. Tenho certeza que ele se orgulha e se orgulhará muito do filho que criou. Obrigado pai!

Aos meus irmãos, Thauan e Enio Manoel, agradeço por sempre estarem presentes, me incentivarem e aconselharem nas minhas escolhas.

À minha namorada, Bruna, por ser a minha confidente e incentivadora diária, não me deixando desviar dos meus sonhos e meus objetivos. Obrigado por estar presente em todos os momentos, és essencial!

À minha amiga Laisy e meu amigo Pedro, por serem também grandes incentivadores da minha caminhada, me apoiando nas minhas escolhas, e sendo meus aconselhadores nos momentos bons e ruins. Obrigado pela parceria de sempre, vocês são fundamentais!

Aos meus amigos Caio e Thiago, agradeço por fazerem parte de toda a fase acadêmica, do primeiro ao último ano, e também pela parceria de sempre na vida fora dela, obrigado!

Agradeço especialmente também aos meus amigos feitos no decorrer da graduação, em especial Dhener, Edna, Felipe, Gabriel, Henrique, Isadora, Murilo, Otávio, Patrick e Pedro Henrique (x2). Obrigado por fazerem parte dessa caminhada!

À minha orientadora, Lucimara Aparecida, agradeço pelo incentivo, paciência e sabedoria transmitida durante todo esse processo acadêmico.

Gostaria de agradecer também à todos os professores que fizeram parte dessa fase, por todo conhecimento e ensinamentos passados, em especial aos professores Maurício Alberto Büchele Motta e Rennan Medeiros, por aceitarem fazer parte da banca avaliadora deste trabalho!

Enfim, a todos que fizeram parte da minha vida acadêmica, que de alguma forma contribuíram para meu desenvolvimento, muito obrigado!

“Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores, para fazer melhor ainda” (Mario Sérgio Cortella).

RESUMO

No Brasil, se observa uma grande irresponsabilidade por parte dos contratantes na área da construção, onde aproximadamente 80% dos brasileiros executam obras sem um responsável técnico, o que possibilita diversas falhas executivas, as quais consequentemente desencadeiam inúmeras manifestações patológicas. Dessa forma, à fim de enfatizar a importância do engenheiro civil dentro do canteiro de obras e na terapia de problemas patológicos, foram analisados dois casos, um na cidade de Tubarão/SC, outra na cidade de Belo Horizonte/MG, onde em ambas existiram a negligência na contratação do profissional na busca da diminuição de custo, não se caracterizando em função do reprocesso de manutenção. O primeiro se trata da incorporação de um edifício, o qual em sua concepção houve a decisão pelo não acompanhamento do profissional no andamento da construção, fazendo com que se permitisse erros executivos, resultando no aparecimento de vícios construtivos em sua fase de uso. Já o segundo se refere à má escolha do tratamento de manifestações patológicas provindos desses erros, onde na escolha do profissional, também se optou pela não presença do engenheiro civil para realização do diagnóstico. Dessa forma, agravou-se os problemas já existentes, devido à solução alternativa adotada pelo indivíduo que executou. Observou-se que, em ambos os casos, não se obteve vantagem ao optar pela não contratação do engenheiro civil para o acompanhamento das obras, pois além do valor do reprocesso de reparo, há também a diminuição da segurança e integridade da edificação, corroborando assim, com a temática principal deste trabalho.

Palavras-chave: Engenheiro civil. Importância. Manifestação patológica. Patologia.

ABSTRACT

However, in Brazil, it is observed a great irresponsibility on the part of contractors in the construction area, whereby approximately 80% of Brazilians execute works without a technical responsible, which enables several executive flaws, which consequently trigger numerous pathological manifestations. Thus, in order to emphasize the importance of the civil engineer within the construction site and in the therapy of pathological problems, two cases were analyzed, one in the city of Tubarão/SC, the other in the city of Belo Horizonte/MG, where in both cases there was negligence in the hiring of the professional in the search for cost reduction, not characterized in function of reprocess maintenance. The first is about the incorporation of a building, which in its conception there was a decision for the non-monitoring of the professional in the progress of the construction, causing executive errors, resulting in the appearance of constructive flaws in its use phase. The second refers to the poor choice of treatment of pathological manifestations arising from these errors, where in the choice of the professional, it was also opted for not having a civil engineer to perform the diagnosis. In this way, the already existing problems were aggravated, due to the alternative solution adopted by the individual who performed it. It was observed that, in both cases, there was no advantage in choosing not to hire a civil engineer to monitor the works, because besides the value of the repair process, there is also a decrease in the safety and integrity of the building, thus corroborating the main theme of this work.

Keywords: Civil Engineer. Importance. Pathological manifestation. Pathology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Incidência relativa aos problemas patológicos em estruturas de concreto aparente	16
Figura 2 – Frequência das origens das manifestações patológicas.....	16
Figura 3 – Lei de evolução de custos	17
Figura 4 – Expressão gráfica da queda de desempenho natural de uma edificação com o tempo	23
Figura 5 – Diferentes desempenhos de uma estrutura, com o tempo em função de diferentes fenômenos patológicos	24
Figura 6 – Planejamento experimental	27
Figura 7 – Presença de umidade na garagem térreo do edifício.....	31
Figura 8 – Presença de umidade no hall de entrada do edifício	31
Figura 9 – Condução de água da chuva através da laje pelas calhas.....	34
Figura 10 – Detalhe do ralo	35
Figura 11 – Pontos de infiltração na laje teto da unidade autônoma.....	35
Figura 12 – Desprendimento contínuo de revestimento cerâmico	38
Figura 13 – Detalhamento da pulverulência do substrato	38
Figura 14 – Presença de eflorescência e estalactite nas vigas do pavimento subsolo	41
Figura 15 – Presença de manchas de umidade, eflorescências e estalactite na laje do pavimento subsolo.....	42
Figura 16 – Calhas fazendo contenção do escoamento do fluido da superfície de lajes e vigas	43
Figura 17 – Utilização da calha para conter o escoamento de fluido através da laje	43
Figura 18 – Eflorescências, estalactites e fissuras na estrutura	44
Figura 19 – Existência de refugos de madeira utilizado nas formas	45
Figura 20 – Presença de fissuração e perda de pintura na estrutura da garagem subsolo	46
Figura 21 – Custo das várias estratégias de manutenção.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Constatações da Análise Descritiva dos Resultados do Gerenciamento	19
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo geral	14
1.1.2 Objetivos específicos	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 PATOLOGIA NAS EDIFICAÇÕES.....	15
2.2 QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	18
2.3 DESEMPENHO E DURABILIDADE	20
2.3.1 Desempenho	20
2.3.2 Durabilidade	21
2.4 MANUTENÇÃO E RESPONSABILIDADE	22
2.4.1 Manutenção Preventiva	22
2.4.2 Manutenção Corretiva.....	23
2.4.3 Responsabilidade.....	24
3 METODOLOGIA.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
4.1 INCORPORAÇÃO DE EDIFÍCIOS	29
4.1.1 Presença de umidade.....	30
4.1.2 Inexistência de estanqueidade no pavimento de cobertura.....	33
4.1.3 Desplacamento do revestimento cerâmico de fachada	36
4.2 FALTA DE MANUTENÇÃO E TRATAMENTO INADEQUADO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	40
4.2.1 Discussão das manifestações patológicas	46
4.2.2 Diagnóstico	48
4.2.3 Prognóstico.....	49
4.2.4 Tratamento inadequado do problema patológico	50
4.2.5 Proposta de correção.....	51
4.2.5.1 Ensaios e procedimentos	51
4.2.5.2 Limpeza da superfície.....	53
4.2.5.3 Estanqueidade.....	53
4.2.5.4 Tratamento de proteção das armaduras	53
4.2.5.5 Reconstrução do cobrimento	54

4.2.5.6	Reparo da pintura	55
5	ANÁLISE GERAL	56
6	CONCLUSÃO.....	58
	REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

Patologia foi entendida por Helene (1992) como a área da engenharia civil que estuda os sintomas, causas, origens e mecanismos de manifestações patológicas nas construções civis, ou seja, o estudo do que compõe o diagnóstico do problema.

Conforme Andrade e Silva (2005), com o decorrer do tempo, os sistemas construtivos que compõem a edificação apresentam perda de desempenho, resultando assim, na perda de eficiência de todo edifício. Em consequência disso, nos últimos anos a engenharia diagnóstica vem ganhando espaço, devido ao desgaste das edificações, e também, às diversas falhas em processos construtivos. Muitas das vezes, esses problemas são consequência de um mal acompanhamento de um profissional ou pela falta dele, tudo isso somado à procura contínua pela diminuição de custo.

Em países emergentes, como o Brasil, as conjunturas socioeconômicas fizeram com que etapas de obra atingissem velocidades de execução cada vez maiores, associado a falta de preparação dos profissionais do mercado para isso, ocasionou controles com baixo rigor dos materiais utilizados e dos serviços prestados. Aliado a cenários mais complexos, como a deficiente da formação de engenheiros e arquitetos, as políticas habitacionais e os sistemas de financiamento inconsistentes, este fato vem provocando a queda gradativa da qualidade das construções no país, até o ponto de existirem edifícios que, antes de serem ocupados, já se encontram condenados (THOMAZ, 2020).

Embora a indústria da construção civil vem sendo marcada por um crescimento acelerado devido ao desenvolvimento de técnicas construtivas inovadoras e pelo uso de novos produtos e materiais, é possível observar o crescimento de incidências de manifestações patológicas diversas nessa área (ANTUNES, 2010).

Em conjunto disso, a omissão em relação às necessárias manutenções da edificação, podem ser evidenciadas nos frequentes casos em que alguns prédios são retirados de serviço antes mesmo de atingir sua vida útil projetada (VUP). A consequência disso são muitos transtornos aos usuários, e um sobrecusto excessivo dos serviços relacionados à recuperação e construção de novas edificações, segundo a NBR 5674 (ABNT, 2012).

No que diz respeito a sistemas construtivos em concreto armado, destaca-se que as atividades relacionadas à avaliação, reparo e restauração das estruturas e suas partes representam cerca de 35% do total do volume de trabalho do setor da construção civil, e consequentemente, esse número vem se tornando maior com o passar do tempo (GARCIA-ALONSO et. al., 2007). Mehta e Monteiro (2008) estimam que em países industrialmente

desenvolvidos, cerca de 40% do total de recursos da indústria de construção estão sendo aplicados em reparo e manutenção de estruturas existentes, e apenas 60% em novas instalações.

Diante desse cenário, cada vez mais vem se tornando papel dos engenheiros civis a educação da população em relação à importância do profissional especializado para obras de pequeno à grande porte, tratamento de manifestações patológicas e, também, às manutenções preventivas. Dessa maneira, então, se garante com que a informação chegue da forma mais adequada possível às pessoas, assim, evitando problemas futuros, os quais, na maioria das vezes, podem ser evitados com medidas simples de serem executadas.

A desinformação e negligência dos usuários, visando diminuir custos no momento de realizar uma obra, fazem com que se assumam diversos riscos, principalmente à saúde da edificação e, também, de quem a utiliza. A irresponsabilidade em relação aos problemas que podem incidir nos edifícios resulta em um risco de reduzir drasticamente sua vida útil se a construção e a manutenção não forem feitas da forma adequada, utilizando as técnicas corretas e com periodicidade apropriada. Em pesquisa realizada pelo *Conselho de Arquitetura e Urbanismo* (CAU) e Datafolha (2015), mais de 80% dos brasileiros executam obras sem um responsável técnico, o que fere com a obrigatoriedade deste. Conforme o Art. 1º da Lei Federal nº 6.496 de 1977: “Todo contrato, escrito ou verbal, para a execução de obras ou prestação de quaisquer serviços profissionais referentes à Engenharia, à Arquitetura e à Agronomia fica sujeito à ‘Anotação de Responsabilidade Técnica’ (ART)”.

Ante o exposto, pode-se perceber que há necessidade de pesquisa no que diz respeito a ênfase da importância e do valor do profissional de engenharia civil para obras da construção civil e, também, ao tratamento de manifestações patológicas, desmistificando a cultura de que engenheiro é um custo em obras civis, sendo elas de incorporação, reforma, manutenção ou reparo. Conforme Bolina, Tutikian e Helene (2019), cabe ao patologo identificar, justificar, diagnosticar e prognosticar um problema patológico, ou até mesmo realizar uma inspeção rotineira preventiva. Dessa forma, garante-se uma maior acuidade na avaliação de um processo patológico, e além disso, há consequentemente um aumento na confiança do profissional na recomendação de uma medida corretiva, e assim, no sucesso da intervenção.

1.1 OBJETIVOS

Neste item são apresentados os objetivos gerais e específicos para o desenvolvimento do trabalho em questão.

1.1.1 Objetivo geral

Esta pesquisa tem como objetivo geral realizar uma análise qualitativa de casos em que não há contratação do engenheiro civil, em busca de uma inconsistente diminuição de custo com uma solução alternativa, onde o não acompanhamento deste profissional no canteiro, ou a falta de manutenção nas edificações acabou por intensificar manifestações patológicas existentes, consequentemente diminuindo sua qualidade, vida útil e segurança.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Identificar casos em que houveram negligência no momento da escolha do profissional;
- b) Apresentar casos em que o não acompanhamento do profissional prejudicou a qualidade e desempenho da edificação;
- c) Apresentar casos em que a irresponsabilidade dos usuários agravou problemas existentes;
- d) Analisar as anomalias presentes nas edificações estudadas;
- e) Apontar os erros de diagnóstico, prescrição e tratamento do problema (terapias);
- f) Enfatizar o diagnóstico correto e suas demais considerações;
- g) Evidenciar e ressaltar o valor e importância do engenheiro civil para o tratamento de manifestações patológicas, obras de incorporação e manutenção dos sistemas da edificação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos e fundamentos relacionados ao desempenho e qualidade das edificações, bem como as características que são diretamente ligadas à elas.

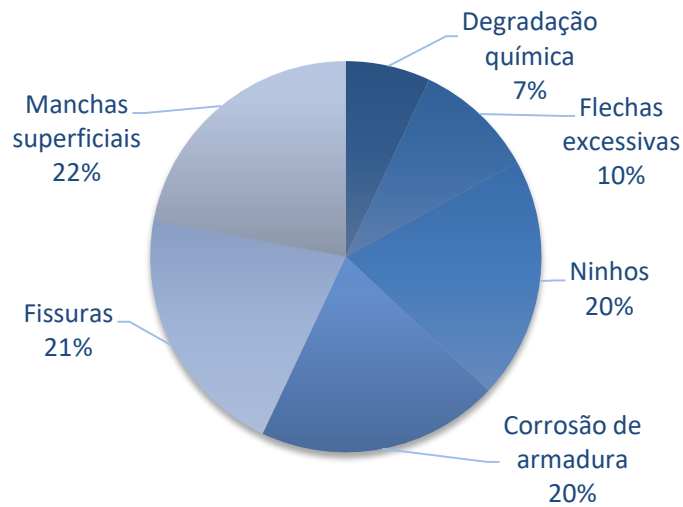
2.1 PATOLOGIA NAS EDIFICAÇÕES

Desde o início da civilização, o homem tem se preocupado com a construção de estruturas adaptadas às suas necessidades, o que permitiu o desenvolvimento da tecnologia da construção, abrangendo a concepção, o cálculo, a análise e o detalhamento das estruturas. Apesar disto, e por ainda existirem inevitáveis falhas involuntárias, têm-se constatado que algumas estruturas acabam por ter desempenho inferior ao esperado, consequentemente possibilitando o aparecimento das patologias da construção civil (SOUZA; RIPPER, 1998).

Quando utilizado o conceito de *Patologia*, este refere-se à ciência que trata da origem, sintomas e natureza das doenças, levando em consideração seu desenvolvimento e futuras consequências. Na construção civil, o termo *Patologia nas Edificações* expressa o que foi abordado anteriormente, indica o estudo dos fatores que comprometem o funcionamento de uma estrutura e que oferecem riscos à ela, sendo que estas podem ocorrer em detrimento de falhas ou imprevistos em qualquer etapa da obra, da fase de planejamento ao uso (BERTI; SILVA JÚNIOR; AKASAKI, 2019). À terapia, cabe o estudo das soluções e correções desses danos, onde para se obter êxito nessas medidas terapêuticas, é necessário que o diagnóstico e o estudo prévio tenha sido bem conduzido (HELENE, 1992).

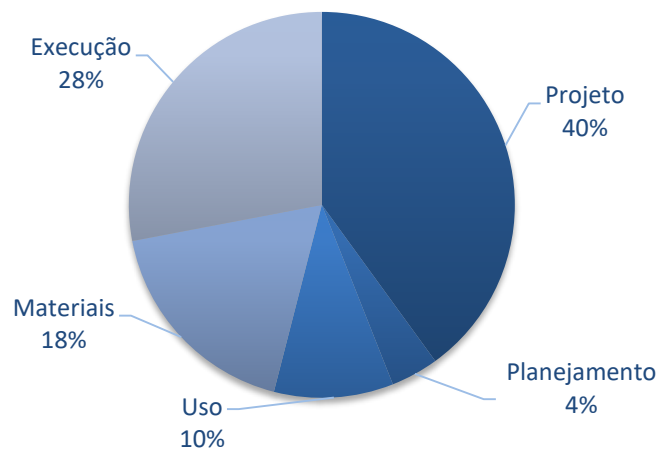
Os problemas patológicos, em sua maioria, apresentam manifestação externa característica, chamada de sintoma, através dela é possível deduzir a natureza, origem e os mecanismos envolvidos de forma preliminar. Segundo Helene (1992), as complicações mais comuns, de maior incidência nas estruturas de concreto são as fissuras, eflorescências, flechas excessivas, manchas no concreto, corrosão das armaduras e os ninhos de concretagem. Na Figura 1, o autor demonstra a proporção da ocorrência dessas manifestações patológicas nos edifícios e na Figura 2 é demonstrada quais as origens mais comuns desses problemas.

Figura 1 – Incidência relativa aos problemas patológicos em estruturas de concreto aparente



Fonte: Adaptado de Helene (1992, p. 19).

Figura 2 – Frequência das origens das manifestações patológicas



Fonte: Adaptado de Helene (2007) apud Bolina, Tutikian e Helene (2019, p. 48)

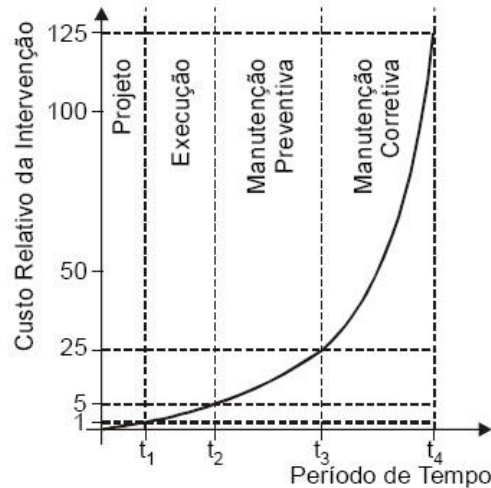
Observa-se que, na Figura 2, os problemas patológicos com origem na fase de execução e/ou pelo uso de materiais inadequados somam aproximadamente 50% do total, o que demonstra ainda mais a ineficiência que existe de mão de obra presentes nas construções. Essas anomalias devem ser tratadas logo depois de descobertas, porque como será visto, elas tendem a se agravar em longos períodos.

De modo geral, as manifestações patológicas são evolutivas e tendem a se intensificar ao passar do tempo, além de ocasionar outros problemas associados ao inicial, como por exemplo uma fissura de momento fletor, a qual pode dar origem, se não tratada, à uma corrosão de armadura, por exemplo (HELENE, 1992).

Pode-se concluir então que as correções se tornam mais duráveis, efetivas, fáceis de executar e muito mais baratas quanto mais cedo forem executadas. A chamada *Lei de Sitter*

demonstra de maneira mais expressiva essa afirmação, onde são ilustrados os custos em relação à etapa da obra em que a intervenção é realizada. Segundo o autor, adiar uma intervenção significa aumentar os custos diretos em uma progressão geométrica de razão cinco, como exposto na Figura 3.

Figura 3 – Lei de evolução de custos



Fonte: 1984 apud Helene (1992, p. 24).

Compreende-se a partir de tudo que foi mencionado que o custo da correção é diretamente proporcional ao intervalo de tempo em que ela é sujeita, ou seja, à medida que se posterga uma manutenção ou reparo, o valor da intervenção se eleva consideravelmente. Sendo assim, erros que se identificam na fase de execução, e até mesmo de projeto, se tornam menos onerosos e mais fáceis de serem solucionados.

Nota-se que a construção vem ficando mais cara, isso se deve principalmente ao aumento dos preços dos materiais utilizados nas obras. Segundo o *Sindicato da Indústria da Construção Civil* de Minas Gerais (SINDUSCON-MG), em março de 2021 o custo com insumos para a construção civil alcançou um aumento em cerca de 31,6% nos últimos doze meses, liderado pelos fio de cobre e aço CA-50, sendo que este sofreu um aumento de aproximadamente 93,4% no período.

O *Custo Unitário Básico* (CUB) é o parâmetro utilizado para orçamento preliminar que estima os custos envolvidos em uma obra. Segundo dados do SINDUSCON-SC, somente no primeiro semestre do ano de 2021, de janeiro à junho, o CUB Residencial Médio cresceu uma média de 1,64% ao mês. Por consequência desse aumento, busca-se diminuir o valor da obra de outras maneiras, como contratando profissionais mais baratos e menos especializados, desrespeitando o tempo de cura dos materiais, encurtando prazos, entre outros fatores que, apesar de baratear momentaneamente, prejudicam a qualidade do produto final.

2.2 QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O termo qualidade é definido segundo a NBR ISO 9000 (ABNT, 2002) como o grau em que um conjunto de características inerentes satisfazem a necessidade ou expectativa que é expressa, de forma implícita ou obrigatória.

Conforme Arditi e Gunaydin (1997), a garantia de qualidade é um programa que diz respeito às atividades necessárias para o fornecimento de um produto ou serviço. Esse plano envolve o estabelecimento de políticas, padrões e metodologias relacionadas ao projeto, treinamento, diretrizes e sistema necessários para produzir qualidade, inspirando confiança no cliente em relação ao que foi entregue.

Ao decorrer do processo, existem alguns problemas capazes de levar à falha tais programas de qualidade (TOLOVI, 1994). Dentre os principais, está o planejamento inadequado das tarefas. Do mesmo modo que Arditi e Gunaydin, (1997), Tolovi (1994) delibera que, para o exercício de planos para programas como esse, devem incluir: treinamentos, metas, procedimentos, velocidade de implantação, áreas a serem abordadas e pessoas envolvidas. A quantidade de preocupações à serem consideradas nos indica que são grandes os riscos de falha, precisando assim da devida importância à essa etapa.

Como o conceito de qualidade parece óbvio e evidente para todos, muitas empresas partem diretamente à execução, sem se preocuparem devidamente com o planejamento. Contudo, à medida que o tempo passa e as exigências por níveis superiores de qualidade aparecem, a falta de planejamento adequado pode levar a situações indesejáveis. Xavier (2014) em sua tese analisou programas de gerenciamento de projetos em empresas de diferentes nichos, onde constatou alguns resultados em relação à diversos fatores estudados por ele, os quais foram elucidados no Quadro 1.

Quadro 1 – Constatações da Análise Descritiva dos Resultados do Gerenciamento

Resultado	Constatações
Prazo	✓ Somente 26% dos projetos teve um desvio de prazo de até 5% em relação ao previsto, com cerca de 40% com um desvio acima de 25%;
Custo	✓ Cerca de 40% dos projetos tiveram uma boa previsibilidade de custos, enquanto também cerca de 40% tiveram uma variação de mais de 25% em relação ao estimado;
Escopo	✓ Somente cerca de 50% dos projetos entregaram todos os produtos e serviços previstos, com cerca de 20% dos projetos entregando menos de 90%;
Satisfação do Cliente	✓ Uma pequena parcela dos respondentes avaliou que seus clientes ficaram insatisfeitos com o gerenciamento do projeto, com obtenção de notas entre 0 e 7 para 16,7% da amostra;
Objetivos para o Negócio	✓ Cerca de 30% dos projetos com resultados avaliados não atenderam totalmente aos objetivos estabelecidos; ✓ 73,5% dos projetos tiveram êxito no resultado ou de prazo, ou de custo ou para o negócio.

Fonte: Xavier (2014, p. 121).

Em suma, a partir do que foi apresentado, avalia-se que a situação de planejamento e execução de projetos no Brasil ainda precisam ser melhoradas. A correlação entre os aspectos analisados pelo autor participa de forma relevante no conceito de qualidade, onde a principal meta é a satisfação do cliente, unido a um prazo satisfatório, um custo que seja previsto corretamente e que o objetivo final que se deseja seja alcançado. Entretanto, o que se expôs está abaixo do que se esperava, onde cerca de 17% dos clientes deram notas inferiores à sete das empresas amostradas, e 73,5% delas obtiveram êxito em algum dos resultados estudados.

No setor da construção civil, a qualidade nas obras abrange principalmente três etapas: projeto, execução e gestão. Neste, inclui-se o planejamento, orçamento e fiscalização das obras. Deste modo, segundo Alves (2001), a qualidade não é atribuída apenas aos produtos e equipamentos utilizados, mas principalmente à abordagem total de gerenciamento para concluir a instalação de acordo com o escopo das obras, para satisfação do cliente dentro do orçamento e de acordo com o cronograma especificado para atender a finalidade estabelecida pelo proprietário.

Como já citado em tópicos anteriores, um grande percentual dos recursos da indústria da construção civil é utilizado em reparos ou manutenção de estruturas já existentes, fato que expõe essa ineficiência nos controles de qualidade do setor, o qual se manifesta em mão de obra com baixo nível de capacitação ou não sustentável, estrutura insegura, atrasos, excedentes de custos e disputas nos contratos de construção. Diante disso, a procura por um profissional capacitado e com um melhor programa de qualidade, deveria ser o caminho traçado pelas pessoas que buscam um melhor produto. Contudo, como também visto anteriormente, a procura pela diminuição do investimento faz com que isso não ocorra.

Defeitos ou falhas nas instalações de construção podem resultar em custos muito grandes, em razão disso, o planejamento detalhado, aliado à uma mão de obra qualificada e profissionais especializados, assegura um melhor gerenciamento da qualidade total, garantindo o desempenho máximo desejado do produto final.

2.3 DESEMPENHO E DURABILIDADE

Neste tópico, são discutidos os principais aspectos e conceitos referentes ao desempenho de uma edificação e sua vida útil de projeto.

2.3.1 Desempenho

Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2014), é necessário que estruturas de concreto atendam requisitos de qualidade, que se caracterizam prioritariamente por possuir segurança à ruptura, manter seu desempenho, permanecer em boas condições de uso e contar com a capacidade de ser durável, resistindo às ações ambientais como intempéries.

O uso do termo desempenho para caracterizar obras do setor da construção civil vem sendo utilizado desde o século passado, porém, do ponto de vista conceitual, isso tem sido feito de uma maneira menos estruturada e sistêmica (BORGES, 2008). Já em 1925, o predecessor do *National Institute of Standards* (NIST), *U.S. National Bureau of Standards*, publicou um relatório onde estabelecia que sempre que possível, os requisitos devem ser determinados em condições de desempenho, baseados em resultados de ensaios para condições de uso.

A partir do ano de 1970, começou-se a trabalhar na área de desempenho das construções com a iniciativa do *Conseil International du Bâtiment* (CIB) de criar a comissão de trabalho W060. Nela, foi definido a abordagem de desempenho como a prática de se pensar nos fins e não nos meios, ou seja, a preocupação se dá com os requisitos que a construção deve satisfazer, e não com a prescrição de como esta deve ser executada (GUIBSON, 1982).

Apesar de cedo começar a discussão sobre o funcionamento das edificações, somente em 2008 foi publicada pela *Associação Brasileira de Normas Técnicas* a NBR 15.575, que estabelece requisitos e critérios das funções exigidas de uma edificação habitacional de até cinco pavimentos. Nela, desempenho é definido como “comportamento em uso de um edifício e de seus sistemas” (ABNT, 2008, p. 7). Sua importância começa na parametrização e padronização desse conceito, indicando a condição mínima de habitabilidade, até a

possibilidade de utilização para procedimentos de avaliação da performance de sistemas construtivos, auxiliando a preservar sua vida útil de projeto (VUP) e tornando-a mais durável.

2.3.2 Durabilidade

De acordo com a ISO 13.823 (2008), norma que especifica princípios gerais e recomenda procedimentos para verificação de durabilidade das estruturas, esse termo é definido como a capacidade de uma estrutura ou de seus componentes de satisfazer os requisitos de desempenho do projeto por um período específico de tempo sob influência das ações ambientais, ou do processo natural de envelhecimento, levando em consideração a manutenção planejada dos sistemas. Segundo Mehta e Monteiro (2008), o conceito de conservação dos sistemas e de vida útil são complementares, conforme os autores, “uma vida útil longa é considerada sinônimo de durabilidade” (2008, p. 122).

O interesse em durabilidade se deu a partir do momento em que começou a observar grande quantidade de danos nas edificações, principalmente através da combinação da fatores como a agressividade ambiental com os problemas estruturais que incidiam, ligado ao emprego de técnicas inadequadas durante as diversas etapas do processo de construção (ARANHA, 1994).

A utilização do concreto como principal matéria-prima para a criação de novas obras se deve à algumas características que são particulares ao concreto, tais como a disponibilidade dos materiais, a facilidade de execução dos elementos e pelo menor custo comparado a alguns outros métodos construtivos, como por exemplo de estrutura metálica. Admitia-se também que o concreto era um material que não necessitava de cuidados de manutenção, devido ao resultado de desempenho que se obtinha. Contudo, a partir do momento em que houve um aumento significativo de estruturas que apresentavam algum tipo de processo de deterioração, essa referência começou a ser questionada (ANDRADE, 1997).

A deterioração dos sistemas pertencentes à edificação, como todo o conjunto estrutural, revestimentos e do grupo dos projetos complementares, fazem com que seu desempenho diminua, e conseqüentemente, sua vida útil reduza de forma considerável, fazendo assim, com que o uso da manutenção seja imprescindível nas edificações já em etapa de uso.

2.4 MANUTENÇÃO E RESPONSABILIDADE

Como já mencionado de forma implícita em tópicos anteriores, manutenção pode ser definida como o conjunto de atividades necessárias à fim de garantir seu desempenho satisfatório ao longo do tempo, onde um bom plano implica em metodologias adequadas, operação, controle e execução de obra, aliado à análise ideal de custo-benefício deste (SOUZA; RIPPER, 1998). De acordo com Helene (1992), o concreto pode ser considerado um material praticamente eterno, desde que haja um programa sistemático de manutenção que funcione da maneira adequada.

Para atingir o máximo desempenho da edificação, a NBR 5674 (ABNT, 2012) prevê que sejam realizadas três tipos de manutenção para tal: rotineira, preventiva e corretiva. Nos tópicos a seguir serão apresentadas a preventiva e corretiva, visto que são as duas principais.

2.4.1 Manutenção Preventiva

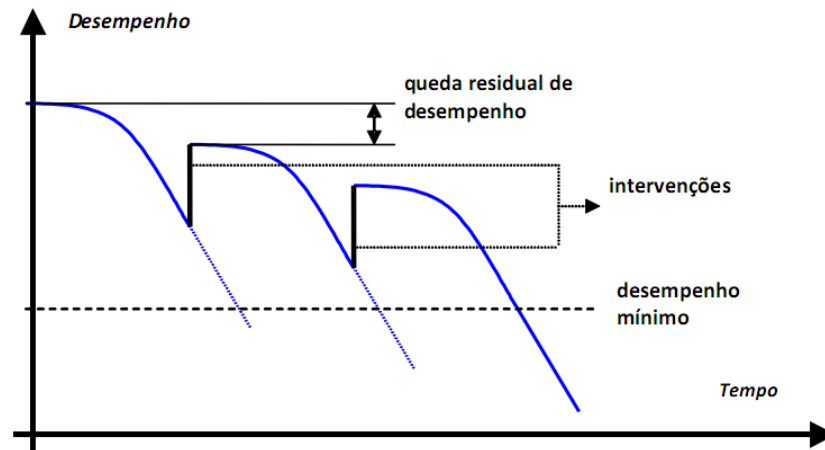
Na língua portuguesa, o significado de prevenção é posto como “disposição antecipada”, ou seja, acautelar-se contra algo ou alguém (ABL, 2011, p. 58). Manutenção preventiva, então, é descrita por Helene (1992) como toda medida utilizada com antecedência e previsão, com o objetivo de realizar o reparo antes mesmo que ele venha a se tornar um problema no sistema construtivo, e, aludindo à *Lei de Evolução de Custos* exposta na Figura 3, se faria com um custo cinco vezes menor do que se feito na etapa posterior (manutenção corretiva).

Esse tipo de intervenção técnica pode ser eficaz à ponto de aumentar a durabilidade dos sistemas se feito da forma adequada. De acordo com Parente (2016), o diferencial da manutenção preventiva é a possibilidade de programá-la com cautela e inteligência. E conclui que, se acompanhada por técnicos, se tornam ainda mais eficientes ao ponto de aumentar a vida útil da edificação.

Apesar do fato de uma estrutura em algum momento de sua vida útil apresentar um desempenho insatisfatório, não significa que ela esteja necessariamente condenada. Souza e Ripper (1998) interpretam que, o objetivo maior da *Patologia das Estruturas* talvez seja a avaliação desses tipos de situações, visto que esta é a circunstância em que ela requer imediata intervenção técnica, de modo que ainda seja capaz de reabilitar esse sistema.

Essa conjuntura foi demonstrada por Lichteinstein (1985), de forma com que fosse possível entender a importância da manutenção preventiva de forma mais simplificada, visto o prolongamento da vida útil que se apresentaria na edificação (Figura 4).

Figura 4 – Expressão gráfica da queda de desempenho natural de uma edificação com o tempo



Fonte: Adaptado de Lichteinstein (1985).

Portanto, de acordo com o que foi exposto, justifica-se dizer que a etapa de manutenção de uma edificação é indispensável independentemente da situação em que ela se encontra, podendo ela ser feita antes mesmo de ocorrer um problema mais grave, diminuindo o gasto com o mesmo.

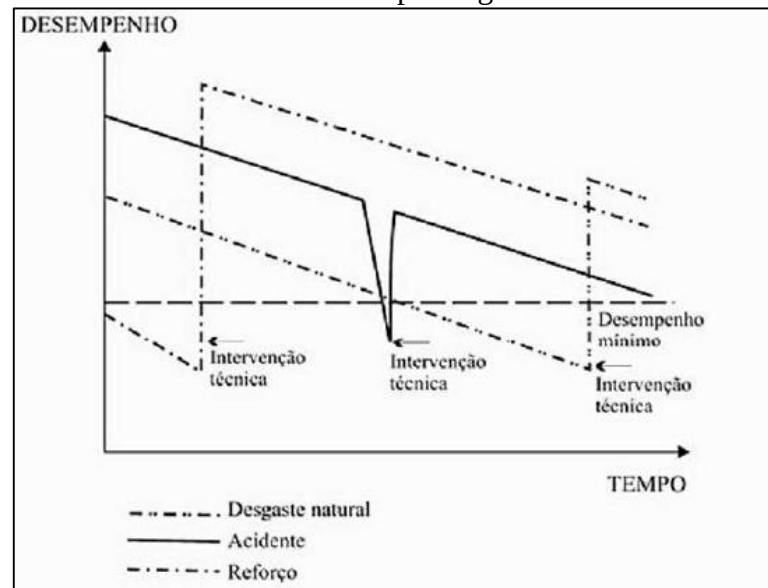
2.4.2 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é a maneira em que a intervenção mais acontece, e também a mais inadequada, uma vez que se trata de consertos após o problema já estar instalado, ou, em raras vezes, sem solução (PARENTE, 2016). Segundo o autor, infelizmente ainda se tem uma fraca cultura de manutenção, frente ao inevitável envelhecimento das edificações.

De acordo com a NBR 5674 (ABNT, 2012), manutenção corretiva é caracterizada por serviços que necessitam de ação ou intervenção imediata, a fim de permitir a continuidade do uso dos sistemas, elementos ou componentes das edificações, ou até mesmo evitar graves riscos ou prejuízos pessoais e/ou patrimoniais aos seus usuários ou transeuntes. Conforme Souza e Ripper (1998), esse tipo de intervenção ocorre em estruturas sujeitas a problemas súbitos, como por exemplo acidentes, que necessitam então de uma rápida ação para que os sistemas voltem a funcionar satisfatoriamente.

A Figura 5 faz menção ao que foi dito anteriormente, demonstrando os diferentes desempenhos em função de seus problemas patológicos.

Figura 5 – Diferentes desempenhos de uma estrutura, com o tempo em função de diferentes fenômenos patológicos



Fonte: SOUZA; RIPPER (1998).

A partir da imagem, fica evidente a perda de eficiência da estrutura se submetida somente à manutenção corretiva, onde o desempenho mínimo é atingido mais rapidamente que os outros dois cenários demonstrados.

A responsabilidade frente às intervenções muitas vezes são terceirizadas de forma incorreta. A falta de preocupação e zelo com seu patrimônio acompanha a cultura de que o compromisso de executar a manutenção residencial ou predial é, por toda vida útil, da construtora, embora o dever desta acabe a partir do momento em que a garantia expira, como explica a Lei nº 10.406 de 2002 (Código Civil, Art. 618).

2.4.3 Responsabilidade

Definir esse assunto é muito delicado, posto que o significado de responsabilidade vai além de sua obrigação jurídica, ela pode ser interpretada também como um compromisso ético com as consequências do que um grupo ou indivíduo faz ou deixa de fazer. Ou seja, um sujeito está diretamente ligado com suas ações e suas escolhas, dessa maneira, se torna ainda mais importante o conhecimento de seus deveres, e principalmente, qual caminho tomar para que ele seja o mais correto possível.

No que se refere à construção civil, o Art. 618 da Lei nº 10.406 do Código Civil diz que em contratos de empreitada de edifícios, o empreiteiro responsável pela execução responderá, pelo prazo de no mínimo cinco anos, pela solidez e segurança dos serviços. Portanto, como citado anteriormente, a responsabilidade das empresas de construção, administração ou de

empreitada decaem a partir desse prazo estipulado de cinco anos. Dentre algumas obrigações da construtora no ato de entrega da edificação, estão fornecer o manual de uso e manutenção do imóvel, termo de garantia e a prestação de um serviço funcional de assistência técnica e atendimento.

A partir do momento em que se encerra a garantia com a construtora, a responsabilidade sobre o custeamento e as manutenções que acometerão na edificação passam a ser do usuário, este pode se caracterizar como síndico de um edifício, administradora ou somente o proprietário de uma residência (Código Civil, Art. 1348). Portanto, passa a ser desses indivíduos o interesse pela segurança e também pela diminuição de custo nas intervenções ou reformas, contudo, essa economia não pode vir associada ao descaso, a redução deve partir das diversas formas mencionadas, antecipando as manutenções, contratando um profissional qualificado que solucione da melhor forma, dentre outras.

Caso o profissional seja contratado para os fins citados, frente à obrigatoriedade da apresentação da ART conforme a Lei nº 6.496, a responsabilidade de todo e qualquer dano causado aos sistemas em que se foi executado o serviço, seja ele estrutural, estético ou de funcionamento, desde que seja feita a devida manutenção posterior, passa a ser de tal, isentando o síndico ou o proprietário de qualquer custo extra que seja lhe imposto referente à atividade executada.

Logo, se feita com a periodicidade adequada, as intervenções só tendem a resguardar todos interessados no próprio bem-estar e segurança de qualquer preocupação, isto é, entender que a garantia de qualidade de vida não está somente ligada com o financeiro, mas muito também com a tranquilidade em que se vive.

3 METODOLOGIA

Este trabalho de conclusão de curso se trata de uma pesquisa aplicada, de abordagem prioritariamente qualitativa, sendo que em relação ao seu nível de objetivo, se trata de um estudo exploratório, método que tem por finalidade principal o desenvolvimento de ideias ou a descoberta de intuições, possibilitando a consideração das mais variadas características do fato estudado (GIL, 2002). Quanto ao seu procedimento de coleta, as técnicas utilizadas serão a análise bibliográfica, experimental e o estudo de caso.

No que se refere à pesquisa, o autor também define que:

A pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada aos problemas. A pesquisa é desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. (GIL, 2002, p. 17).

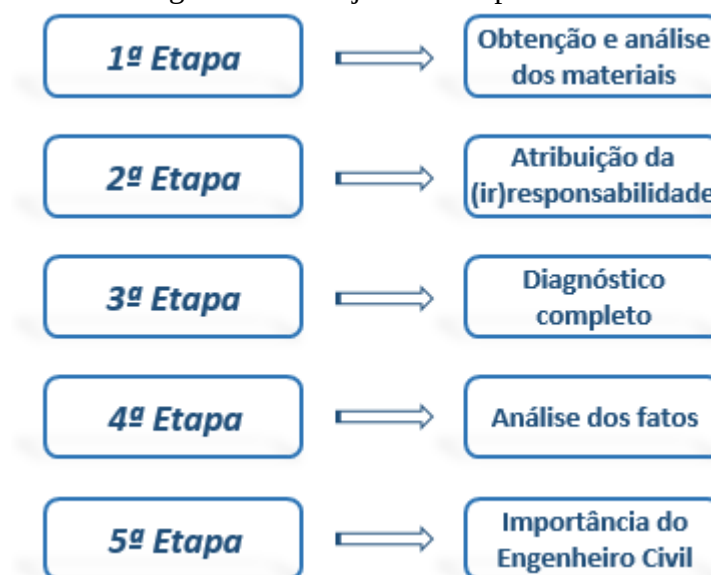
Portanto, conclui-se que são utilizados os fundamentos teórico e metodológico para dar credibilidade e sustentação ao que se quer demonstrar, e para dar embasamento ao trabalho como um todo.

Para esse trabalho, foi escolhido o procedimento metodológico de estudo de caso pois envolverá uma análise mais detalhada dos materiais coletados. De acordo com Yin (2015), é utilizável esse método quando se deseja investigar um fenômeno em profundidade, especialmente quando a relação entre ele e o contexto geral não forem claramente evidentes.

Os dados de um estudo de caso podem ser coletados por uma fonte primária ou secundária. No presente trabalho, o modo de coleta realizado foi de origem secundária, quando há uma síntese de informações e dados já coletados por outras fontes, contudo, isso não priva este do recolhimento de informações por origem primária.

Para o desenvolvimento deste trabalho, visando alcançar os objetivos propostos, estruturou-se um planejamento experimental organizado em etapas, mostradas na Figura 6 e descritas a seguir.

Figura 6 – Planejamento experimental



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Portanto, a **primeira etapa** consiste em obter e analisar o material a ser estudado. Para a escolha deste, baseou-se no objetivo geral do trabalho, que tem por finalidade principal, realizar análises qualitativas em situações onde manifestações patológicas se intensificaram por terem sido utilizadas técnicas alternativas por profissionais não especializados que foram contratados, ou até mesmo pela falta de manutenção e cuidado com a edificação.

A **segunda parte**, consistiu em atribuir a responsabilidade do problema, ou seja, entender qual das partes negligenciou o papel do engenheiro. Juntamente com esta etapa, entender qual foi a técnica alternativa utilizada pelo contratado, analisar o diagnóstico da manifestação patológica por completo, seus sintomas, causas e mecanismo de ocorrência, indicando seus riscos à saúde da edificação e dos usuários, bem como associar com possíveis intensificações que poderiam ocorrer se o problema patológico continuasse incidindo nos sistemas (prognóstico).

A fim de concluir a parte do diagnóstico, na **terceira etapa** foram apontadas as possíveis soluções mais adequadas que deveriam ser adotadas pelo usuário já no momento da escolha do colaborador à auxiliar na manutenção ou reparo, e apresentado quais deveriam ser as escolhas feitas pelo profissional capacitado e especializado para que realmente as manifestações patológicas fossem solucionadas e deixassem de existir, e não somente seus sintomas.

Na **quarta parte do trabalho**, foi realizada uma análise dos fatos, onde dessa forma, foi introduzido o tema principal do estudo, que se tratava de realmente entender a importância da engenharia civil e diagnóstica em casos como os apresentados, desmistificando a imagem do engenheiro civil ou arquiteto como um custo em uma obra. Demonstrando que o investimento

em um profissional especializado para o tratamento de manifestações patológicas e, também, para pequenas obras, como reformas residenciais, construções, entre outras, é recuperado na forma de eficácia, durabilidade, desempenho, estética, funcional e também econômica, evitando o retrabalho pela utilização da técnica correta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão apresentados estudos de caso relacionados aos problemas supracitados, onde a irresponsabilidade a fim de baratear o custo das obras de incorporação e/ou manutenção, fizeram com que no fim, se tornassem mais onerosos aos usuários, tanto em qualidade de vida, quanto financeiramente.

Com o intuito de preservar as informações das obras em questão, mantendo assim a integridade de cada uma, alguns dados referente as especificidades e localidades das edificações foram omitidos e/ou modificados, entretanto, para manter a credibilidade do trabalho ora apresentado, os nomes das cidades de cada estudo em foco, assim como os conteúdos presentes nos laudos, foram conservados.

4.1 INCORPORAÇÃO DE EDIFÍCIOS

Partindo dessa prerrogativa, nesse primeiro tópico, será exposto um caso em que houve irresponsabilidade em ambas as perspectivas, do contratante e do contratado, onde com o objetivo de extinguir o *custo* do engenheiro da obra em questão, o cliente fez com que a figura deste não participasse da obra de fato. Contudo, por inconsequência, o *profissional* acabou por consentir com essa decisão, validando o início da obra com a emissão de todas as documentações ora necessárias para o início da construção, como suas respectivas assinaturas, mesmo não participando da incorporação em si.

A obra em evidência se situa na cidade de Tubarão/SC, a qual constava uma idade aproximada de um ano até o aparecimento dos primeiros problemas patológicos, e aproximadamente cinco anos até a realização das diligências que serão expostas a seguir.

Helene (2001) descreveu vida útil como o tempo que a estrutura conserva seus índices mínimos de resistência e funcionalidade, sendo assim, um dos desejos de quem trabalha com a incorporação de edifícios, é prolongar ao máximo esse período. No caso mencionado, o curto espaço de tempo entre a entrega da obra e o aparecimento de manifestações patológicas, faz com que características como o desempenho da edificação sejam cessadas parcialmente.

Para elencar de forma mais específica aos problemas patológicos existentes na obra em questão, nos próximos tópicos serão destacados alguns dos principais vícios construtivos presentes na edificação de que se fala.

4.1.1 Presença de umidade

Conforme Perez (1985), os problemas relacionados à presença de umidade na edificação na maioria das vezes trazem desconforto aos usuários, além de ser uma complicação que degrada a construção rapidamente.

Muitas vezes, a presença de água não atua somente como a causa dos problemas, mas também, gerando um ambiente favorável para que outras manifestações patológicas surjam, eventualmente mais graves que as primárias, além de ser um dos fatores principais para o aparecimento de anomalias como eflorescências, mofo, perda de pintura, enfraquecimento do reboco, dentre outros (VERÇOZA, 1991).

Ainda segundo o autor, no que tange à origem desse elemento nos sistemas da edificação, podemos citar a capilaridade, que se trata da água provinda do solo por ascensão pelos poros da estrutura, paredes, madeiras... bem como a condensação, que se deriva da evaporação do líquido de que se trata, o aparecimento de umidade resultante de vazamentos nas instalações hidrossanitárias, etc.

Como já citado, os defeitos oriundos da água presente nas edificações geram problemas bastante graves, onde na maioria das vezes, se acometidos por um tempo prolongado, pode permitir o aparecimento de agentes biológicos, como por exemplo fungos. Dentre as perdas mais comuns e significativas nesse caso, estão:

- a) Prejuízo funcional e de desempenho do edifício;
- b) Desconforto estético aos usuários, onde este, em casos extremos, pode vir a prejudicar a própria saúde dos transeuntes;
- c) Danos em equipamentos;
- d) Prejuízos financeiros.

A seguir, as Figuras 7 e 8 expõem algumas das anomalias provenientes do problema discutido anteriormente, encontradas no edifício em estudo, onde serão comentados os sintomas, a causa, origem, mecanismo de ocorrência e prognóstico das manifestações patológicas.

Figura 7 – Presença de umidade na garagem térreo do edifício



Fonte: Autor das diligências (2015)

Figura 8 – Presença de umidade no hall de entrada do edifício



Fonte: Autor das diligências (2015)

A Figura 7 demonstra a existência de umidade no pavimento de garagem do edifício, já a Figura 8 no hall de entrada do prédio. Nas primeiras, observam-se bolores instaurados até aproximadamente um metro do piso, conseqüentemente havendo naquele ponto a perda parcial

da pintura, derivada da redução da aderência da pintura no substrato. Já na segunda, o descolamento do revestimento da alvenaria.

Como causa principal do aparecimento dessas manifestações patológicas, o autor das diligências apresentou a má qualidade do revestimento argamassado, e também a falta ou ineficiência da impermeabilização dos elementos do pavimento, como a alvenaria e o baldrame principalmente, dessa forma, permitindo uma ascensão da água por capilaridade. Isso acontece quando o elemento, o qual provém do lençol freático e é carregado pelo solo até a superfície (KLEIN, 1999), quando em contato, na maioria dos casos, com a estrutura ou blocos de vedação, ascende pelos poros presentes nesses meios sem encontrar algo que os impeçam de progredir, como um impermeabilizante. Dessa maneira, a falta desse elemento permite com que gere vícios a partir de seu aparecimento, progressão esta que, por sua vez, dependendo da espessura dos poros presentes e levando em consideração a evaporação da água, chegam geralmente aos 1,20 metros.

Para ocorrer as anomalias presentes nas imagens, o mecanismo de ocorrência da manifestação patológica em questão se dá da seguinte forma: a água provinda do solo entra em contato com a viga baldrame do edifício, que por sua vez encontra-se com falha ou mesmo desprovido de qualquer adição química naquele local que o proteja de agentes externos, permitindo assim sua ascensão pelos capilares do bloco de vedação, nesse caso, cerâmico. Ao elemento permanecer algum tempo nesse local, aliado à evaporação da água ocorre o enfraquecimento do reboco, se tornando pulverulento. Por consequência, com a diminuição da aderência do reboco com o bloco, da pintura com o substrato, e também com o inevitável *desejo* natural do líquido de sair do meio em que se encontra através da evaporação, ocorrem os bolores, a perda parcial da pintura e o enfraquecimento do reboco.

Assim, a partir das informações mencionadas e apoiado nas fontes bibliográficas, analisando as imagens e as considerações do autor, corrobora-se a ideia de que a causa das manifestações patológicas presentes nas figuras provém realmente pela ascensão da umidade por capilaridade, e entende-se também, que a origem dessa anomalia é na etapa de projeto e execução, onde não foi previsto impermeabilização da estrutura, com a falta ou não seguimento de um projeto específico.

Para podermos prognosticar o problema, que é o procedimento de delinear um provável desenvolvimento futuro ou resultado de um processo, devemos analisar tudo o que foi posto, entender o que acontece, e o que pode gerar com essa manifestação patológica. Portanto, concluímos que alguns dos possíveis problemas futuros que podem incidir nessas partes do edifício são:

- a) Incidência de mais pontos com presença de umidade, principalmente se há falta de impermeabilização;
- b) Aparecimento de fissuras maiores, pois devido ao enfraquecimento do reboco, elas podem vir a aparecer nesses pontos de maior fragilidade;
- c) Possível evolução para um elemento estrutural, como um pilar, caso a porosidade deste esteja elevada e permita a entrada do agente externo;
- d) No caso de o item acima ocorrer, problemas piores poderão acometer o prédio, como uma crível perda de desempenho da estrutura, com corrosão das armaduras, consequente perda de seção das bitolas das ferragens, dentre outros fatores que põem em risco a integridade e segurança do edifício;
- e) Entre outros.

4.1.2 Inexistência de estanqueidade no pavimento de cobertura

Estanqueidade é definida pela NBR 9575 (ABNT, 2010) como a propriedade de um elemento de impedir a penetração ou passagem de fluidos através de si, e dentre as formas mais comuns de se obter um ambiente estanque, está a impermeabilização. Ela é definida pela mesma norma como um produto resultante de um conjunto de operações, as quais objetivam proteger o meio contra a ação deletéria de fluidos, umidades e vapores, tornando-o estanque.

A importância desse sistema nas edificações, estão ligadas diretamente à durabilidade da edificação, que como citado em tópicos anteriores, se trata da capacidade de algo desempenhar uma função requerida até que sua vida útil seja alcançada. Em contrapartida, a falta de informação de alguns profissionais sobre os materiais inseridos nesse processo, faz com que abra portas para que se ocorram erros, sejam eles executivos, de projeto, ou por má escolha do tipo de impermeabilização, que dentre os mais comuns, estão a argamassa polimérica, a emulsão acrílica e a manta asfáltica.

Para a escolha do melhor tipo de produto, inúmeros fatores devem ser considerados. Dentre os principais, podemos citar os seguintes parâmetros, baseados na NBR 9575 (ABNT, 2010):

- a) Pressão aplicada pela água, que pode ser positiva, a qual o líquido aplica a força diretamente no sistema, ou negativa;
- b) Flexibilidade que deverá ter o produto, ou seja, se deverá resistir à alguma movimentação ou tipo de esforço, onde temos umas das classificações mais amplas dos impermeabilizantes, que dentre eles estão os rígidos e flexíveis, os mais utilizados;

- c) Método de aplicação, que dentre os diversos tipos, podemos citar os pré-fabricados, que é o caso da manta asfáltica, e os bicomponentes, que é o caso da argamassa polimérica;
- d) Durabilidade do sistema, ou seja, se terá fácil acesso a manutenção, como uma cobertura, ou será como um muro de arrimo, o qual não disporia dessa mesma facilidade;
- e) Entre outros fatores como custo, rapidez, especialização de mão de obra, etc.

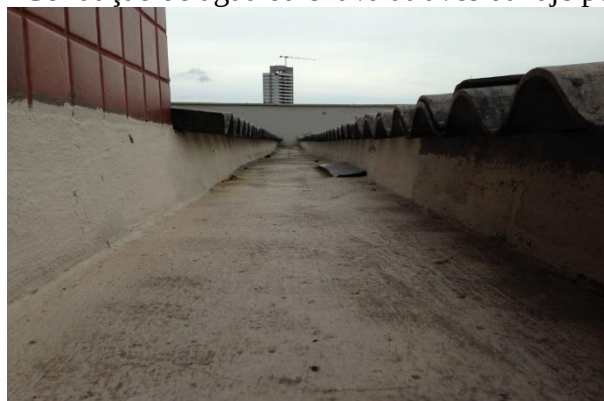
Portanto, visto a quantidade de detalhes a serem observados antes mesmo da escolha propriamente dita do produto, se entende a importância dessa etapa para uma obra, mesmo que, por diversas vezes, a impermeabilização é apontada como ineficiente por profissionais da área. Entretanto, aprofundando as análises, se conclui que o principal motivo dos problemas decorrentes à essa etapa, é decorrente de falhas construtivas, aliada a falta de conhecimento dos mesmos (STORTE, 1989). A partir disso, podemos começar a entender o porquê dos tantos problemas relacionados aos sistemas de impermeabilização dos edifícios, os quais mais adiante, serão demonstrados utilizando como exemplo a cobertura da edificação estudada.

Conforme descreve a NBR 15.575 (ABNT, 2013), os sistemas de cobertura exercem funções fundamentais nas edificações, que vão desde a preservação da saúde dos usuários até a proteção da própria construção, impedindo a infiltração de umidade para as unidades, prevenindo a proliferação de agentes biológicos, assim como a degradação da estrutura, evitando corrosões, fissuras, etc.

No caso em foco, a falta de impermeabilização nesse pavimento, fez com que se instaurasse na unidade autônoma do último andar do edifício diversos pontos de umidade, causando desconforto aos usuários e risco real de degradação da estrutura, como já citado.

Abaixo, nas Figuras 9, 10 e 11, são expostas fotos do pavimento em questão, e as respectivas consequências da inexistência desse cuidado, onde serão comentados os sintomas, a causa, origem, mecanismo de ocorrência e prognóstico das manifestações patológicas.

Figura 9 – Condução de água da chuva através da laje pelas calhas



Fonte: Autor das diligências (2015)

Figura 10 – Detalhe do ralo



Fonte: Autor das diligências (2015)

Figura 11 – Pontos de infiltração na laje teto da unidade autônoma



Fonte: Autor das diligências (2015)

A Figura 11 demonstra na prática os pontos de fragilidade que a falta da impermeabilização pode trazer, a qual é consequência da falta ou má execução dos elementos evidenciados nas Figuras 9 e 10. Com a inexistência desta, a laje torna-se vulnerável aos agentes agressores, como a água, e se expõe aos mais diversos tipos de problemas, como as ditas infiltrações.

Na imagem, são evidenciados pontos de infiltração com mancha de umidade presente, e também o carreamento do cimento para a superfície. Como principal causa dessa manifestação patológica, o autor citou a não estanqueidade da laje em foco, pois, apesar de no ano em que foi realizada a obra a impermeabilização não ser obrigatória, a qual se tornou após a NBR

15.575 (ABNT, 2013), a estrutura necessitaria ser obrigatoriamente estanque, e ela evidentemente não era.

A laje, por diversas formas pode dispor de pontos frágeis onde pode existir essa infiltração de água, como por exemplo microfissuras pela própria retração do concreto, a qual ocorre na falta de hidratação do cimento durante e após a concretagem, chamada de cura. Ou até mesmo por sofrer pela ação de agentes externos, como a chuva e o sol, estar propensa à movimentação térmica. Esta, por sua vez, faz com que a estrutura movimente, retraindo e dilatando, até o momento em que a estrutura não suporta tais tensões e fissure. Devido à essa não estanqueidade compreendida à cobertura, e por não conter formas de evitar que a laje se torne vulnerável aos agentes agressores, entende-se que a origem do problema se dá na fase de projeto, por não prever um mecanismo mais adequado para tal estanqueidade, e/ou execução incorreta.

O mecanismo de ocorrência dessa manifestação patológica de certo modo se torna autoexplicativo. A água proveniente principalmente da chuva incide na cobertura, onde é levada para às áreas específicas de condução aos ralos, as calhas. Quando o líquido entra em contato com a laje, este por sua vez procura locais no meio onde ela possa infiltrar na estrutura. Nesse momento, ela mostra sua vulnerabilidade quando sem um sistema de impermeabilização inserido, isso porque a partir das fissuras comentadas previamente, essa água adentra na estrutura, e por conta disso, causa tais manchas de umidade no teto da laje inferior.

Se não tratadas as manifestações patológicas comentadas acima, diversas complicações podem vir a incidir no edifício como um todo. Dentre os principais, podemos citar:

- a) Presença de outros pontos de umidade no teto da unidade autônoma;
- b) Aparecimento de novas fissuras e/ou crescimento das já existentes;
- c) Possível corrosão da armadura, pondo em risco a integridade da estrutura, se agravada por um longo prazo;
- d) Riscos de curto-circuito e/ou incêndios, visto que a infiltração de água permite seu contato direto com o sistema elétrico.

4.1.3 Desplacamento do revestimento cerâmico de fachada

O revestimento cerâmico em fachadas tem como uma das suas principais funções a proteção contra agentes agressivos. Assim, a cerâmica fica exposta à diversas solicitações deletérias, tais como variações térmicas, chuva, incidência solar, impacto, peso próprio, dentre outros (MOSCOSO, 2013). Por estarem submetidas as ações dos agentes externos e intempéries, as fachadas das edificações representam uma das áreas mais agredidas e

deterioradas ao longo do tempo de um edifício, fato que implica numa manutenção preventiva mais frequente, para que se evite manifestações patológicas indesejadas.

Dentre umas das principais e mais preocupantes anomalias relacionadas ao revestimento externo de fachada, se encontra o deslocamento cerâmico. Esse tipo de patologia acontece quando há falha na aderência do revestimento com a argamassa, ou da argamassa com o substrato, geralmente gerado por tensões que ultrapassam o limite resistido por essas peças (BARROS *et al.*, 2018). Em alguns casos, pode não haver a queda devido ao rejunte que acaba dando sustentação as peças, entretanto, quando executado ensaio de percussão, se observa que as peças se encontram com som cavo, indicando a falha nessa ligação.

Cheong (1992) enumera três causas principais que relacionam esse problema:

1. Falha na aderência entre a placa cerâmica e a argamassa de fixação;
2. Falha de aderência entre argamassa de fixação e substrato, e;
3. Falha nas camadas do substrato.

Sustentando e complementando as três causas apontadas por Cheong, Campante (2001) salienta outros motivos pelos quais ocorrem os destacamentos, dividindo entre materiais, meio ambiente, execução e projeto:

- a) Materiais: movimentação térmica e higrotérmica, deformações, reações álcali-agregados, dentre outros;
- b) Meio ambiente: chuvas ácidas, poluição, ciclo molhagem-secagem, dentre outros;
- c) Execução: falha na mistura da argamassa, cura inadequada, falha na preparação da superfície, mão de obra desqualificada, dentre outros;
- d) Projeto: mal projeto, falta de especificação, etc.

Completando as análises, dentre outras principais causas que geram essas manifestações patológicas, é possível citar falha na escolha do material, problema de assentamento das peças, falta de manutenção, assim como falhas de análise, concepção e serviço (BARROS *et al.*, 2018).

Na edificação estudada, foram identificados pontos onde houveram esse enfraquecimento do revestimento e posterior destacamento do substrato, os quais serão expostos nas Figuras 12 e 13 abaixo, onde também serão comentados os sintomas, a causa, origem, mecanismo de ocorrência e prognóstico das manifestações patológicas.

Figura 12 – Desprendimento contínuo de revestimento cerâmico



Fonte: Autor das diligências (2015)

Figura 13 – Detalhamento da pulverulência do substrato



Fonte: Autor das diligências (2015)

As Figuras 12 e 13 demonstram que, apesar de útil e benéfico quando bem executado, o quão frágil e perigoso essa escolha de revestimento se torna quando não realizado da forma correta e com suas devidas manutenções. Na primeira foto, vemos as placas cerâmicas ao chão após seu descolamento do emboço da parede, já na segunda, um detalhamento de uma parte do substrato, demonstrando sua pulverulência.

Dentre elas, o autor cita possíveis motivadores para que essa manifestação patológica ocorra, como por exemplo a má qualidade do material de assentamento das placas, bem como a falta de aderência entre o revestimento cerâmico e a argamassa colante utilizada na fachada do edifício, a qual é descrita por Baía e Sabbatini (2000) como a propriedade do revestimento de manter-se firme ao substrato, através da resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface base-revestimento. E ainda completa, que tais fatores podem ser provenientes de execução descuidada, bem como emprego de material inadequado ou de pouca qualidade, ou a combinação de ambas.

Faz sentido a afirmação do autor das diligências, visto que em sua maioria, os problemas relacionados ao revestimento cerâmico são causados por erro de execução. Essa afirmação é sustentada por Campante e Baía (2003), onde reiteram que o destacamento de uma placa geralmente não é causado pela própria cerâmica, mas sim pela mão de obra não qualificada, que desrespeitam fatores simples de execução, porém de extrema importância para a segurança desse tipo de revestimento, como por exemplo o tempo em aberto da argamassa de assentamento, assim como a inexistência da quebra de cordões e também a escolha inadequada do tipo de cola à ser utilizada.

Em contrapartida, um fator importante para que essa execução não aconteça da forma mais adequada, fator esse que infelizmente ainda é comum no Brasil, é a ausência do projeto específico de execução de fachada. A inexistência deste faz com que se possibilite a escolha de inúmeros caminhos errôneos ao longo da execução, como por exemplo uma seleção inadequada do material, espessura incoerente dos revestimentos, dentre outros. Além disso, com a falta do projeto, como também do acompanhamento, não se concretiza o seguimento das normas específicas para execução de fachadas, como a NBR 13.755 (ABNT, 2017), que disserta sobre o projeto, execução e inspeção dos revestimentos cerâmicos externos, e a NBR 15.575 (ABNT, 2013), a qual comenta sobre seu desempenho. Assim, analisando o que foi exposto, entende-se que a origem da manifestação patológica se encontra na etapa de projeto e execução.

Quanto ao mecanismo de ocorrência desse defeito construtivo, utilizando das causas mais comuns indicadas por Campante e Baía (2003), e também o motivo indicado pelo autor do laudo. Como vimos anteriormente, segundo este, essa manifestação ocorre pela má aderência da argamassa ao revestimento, podendo ser pela qualidade inferior ou escolha inadequada da argamassa, que seria a causa apontada, ou mesmo pelo desrespeito do tempo em aberto da cola. Assim, como a cerâmica possui pouca ponte de aderência com a argamassa, se intensifica devido aos esforços incidentes na fachada, dentre outros motivos, como o peso próprio do revestimento. Isso acaba por enfraquecer ainda mais essa ligação, fazendo com que a cerâmica se descole ao longo do tempo e diminua ainda mais essa aderência. Após um tempo nesse processo, essa ponte não suporta mais os esforços, gerando assim esse deslocamento das placas da fachada.

O prognóstico de manifestações patológicas existentes em fachadas é preocupante, seja por revestimento cerâmico ou argamassado, pois não colocam em risco apenas a parte estética do edifício, mas também, a segurança dos transeuntes e dos materiais presentes próximos às calçadas, como os carros. Então, se não tratada, essa fachada pode gerar deslocamentos em diversos outros pontos, pondo em perigo os usuários e pedestres que transitam junto ao prédio.

Além de que se não executada manutenção, pode vir a ameaçar a própria integridade do edifício, visto que sem o revestimento cerâmico que ora o protegia dos agentes externos, não estará mais presente, excluindo a possibilidade de assegurar o restante da fachada quanto às intempéries, dentre outros fatores.

4.2 FALTA DE MANUTENÇÃO E TRATAMENTO INADEQUADO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Complementando o que foi citado em tópicos anteriores, entende-se por manutenção o conjunto de atividades necessárias à garantia de um desempenho satisfatório de determinado sistema ao longo do tempo, ou seja, o conjunto de intervenções que tenham como fim o prolongamento da vida útil de uma edificação, à um custo compensador. Entretanto, um bom programa de manutenção implica em definições adequadas de metodologias de execução, controle e operação da obra de fato, além da análise de custo-benefício desta intervenção (SOUZA; RIPPER, 1998).

A partir disso, neste tópico serão comentadas intensificações de manifestações patológicas ora existentes no edifício em questão, o qual se localiza na cidade de Belo Horizonte/MG. Na presente vistoria, a irresponsabilidade ou negligência partiu do contratante, síndico ou usuários, isso porque com a existência da patologia na sua forma primária, optou pela contratação de uma solução alternativa, muito provavelmente instigado pela busca de um custo mais baixo de manutenção. Contudo, como já apresentado em capítulos anteriores, os problemas patológicos são evolutivos e tendem a se agravar com o passar do tempo se não tomada a decisão correta de correção, e a responsabilidade do produto dessa negligência é de quem a teve.

Abaixo serão expostas fotos do *case* disponibilizado em questão, se tratando de uma garagem em subsolo, onde acima se encontra o pavimento térreo do edifício e um recuo lateral exposto ao ambiente, onde nesta garagem se veem as manifestações patológicas em seus estágios agravados, com o aparecimento de estalactites, corrosão das armaduras, dentre outras diversas anomalias. A posteriori, serão comentados alguns pontos importantes sobre os problemas mostrados, como também seus sintomas, causas, origem, prognóstico e solução correta da manifestação.

Figura 14 – Presença de eflorescência e estalactite nas vigas do pavimento subsolo



Fonte: Autora das diligências (2020).

De modo geral, lixiviação se trata de um importante processo de degradação química do concreto ou da argamassa, compreendendo dois mecanismos: a dissolução das fases sólidas, e a difusão dos íons dissolvidos para o exterior, formando as eflorescências (HU, 2018). Na Figura 14 e 15, são evidenciados esse carregamento de hidróxido de cálcio pela superfície das estruturas.

Figura 15 – Presença de manchas de umidade, eflorescências e estalactite na laje do pavimento subsolo



Fonte: Autora das diligências (2020).

A Figura 15 expõe, além das manifestações patológicas presentes nas figuras anteriores, como eflorescências e estalactite, manchas de umidade em pontos dispersos da laje.

Quando contratado o serviço de inspeção do edifício, as queixas dos moradores eram a alta quantidade de manchas existentes na garagem, bem como pingos, fissuras e incômodos estéticos. A anamnese feita pela autora indicou que estes problemas iniciaram aproximadamente três anos antes das diligências realizadas. E para solução inicial dessa patologia, foi contratada uma solução alternativa, onde um profissional não qualificado para realizar o diagnóstico das manifestações patológicas deu à anomalia a seguinte solução, evidenciada nas próximas fotos: para evitar que os fluidos escorressem pelas vigas, pilares e lajes até o chão, e não haver mais incômodo dos usuários, foi colocada abaixo de cada ponto uma calha guiada, exibidas nas Figuras 16 e 17.

Figura 16 – Calhas fazendo contenção do escoamento do fluido da superfície de lajes e vigas



Fonte: Autora das diligências (2020).

Figura 17 – Utilização da calha para conter o escoamento de fluido através da laje



Fonte: Autora das diligências (2020).

Observa-se que o problema do gotejamento foi resolvido, porém a manifestação patológica ainda incide na estrutura, deteriorando-a. O não tratamento das causas do problema faz com que se possibilite diversos agravamentos nesses pontos, isso pois ao tratar o sintoma da anomalia, os usuários passam a não se incomodar com a presença daquele ponto de fragilidade, até o momento em que ele realmente piore.

A Figura 18 exibe outro problema patológico que pode vir a preocupar os usuários à curto prazo, a corrosão das armaduras, evidenciadas pelas manchas de coloração avermelhada na superfície das vigas.

Figura 18 – Eflorescências, estalactites e fissuras na estrutura



Fonte: Autora das diligências (2020).

Nesse ponto em específico, exposto na Figura 18, observa-se o aparecimento de fissuras na estrutura da viga, manchas de umidade, carreamento dos sais do concreto, um possível

caminho à superfície da ferrugem presente nas armaduras, caracterizando seu processo de corrosão, estalactites, além da utilização ineficiente da calha para o tratamento destes.

Além da irresponsabilidade com a manutenção do prédio, percebe-se também algumas faltas de cuidados na execução deste, que podem contribuir para instauração de agentes externos nessa estrutura, como exposto na Figura 19.

Figura 19 – Existência de refugos de madeira utilizado nas formas



Fonte: Autora das diligências (2020).

A Figura 19 exhibe, além das manifestações patológicas já comentadas nas fotos anteriores, uma falta de cuidado no momento da desforma das vigas, além de não se encontrar um material adequado para a junta ali presente. Ademais, se encontra também instalação elétrica inadequada no ponto acima mostrado, onde os fios estão à mostra, pondo em risco de curto, por se tratar um ambiente úmido.

Outro problema recorrente, expresso a seguir na Figura 20, que provavelmente virá a incidir em mais pontos dessa estrutura, são as fissuras. Consequentemente, essa manifestação patológica gera outros desconfortos, como por exemplo a perda de pintura e possível deslocamento futuro da superfície do concreto.

Figura 20 – Presença de fissuração e perda de pintura na estrutura da garagem subsolo



Fonte: Autora das diligências (2020).

Na Figura 20, evidencia-se a formação de fissuras na estrutura da viga, as quais em seu decorrer ocorreram também a perda parcial da pintura, além de também expor as eflorescências e estalactites presentes, juntamente com a calha guiada de contenção da água.

4.2.1 Discussão das manifestações patológicas

Nas imagens acima expostas, temos a presença de cinco sintomas das manifestações existentes na edificação, em suma, os principais são:

- a) Eflorescências;
- b) Estalactites;
- c) Fissuras;
- d) Manchas de umidade;
- e) Corrosão das armaduras.

Como já observado em tópicos anteriores, a presença de água como agente agressivo acarreta diversos problemas patológicos, tais como infiltração, presença de bolor, eflorescências e formação de estalactites, que através do processo de lixiviação, facilitam também o processo de carbonatação das estruturas (FRANÇA; MONTEIRO, 2016). Como já citado, manifestações patológicas relacionadas à infiltração, quando não tratados, podem gerar problemas ainda maiores e mais onerosos para a edificação.

As eflorescências são manchas que se formam através do processo de lixiviação, elas são advindas pela dissolução e remoção dos compostos hidratados da pasta de cimento, sobretudo do hidróxido de cálcio. Com a incidência e ação da água, estes sais são dissolvidos e se manifestam na superfície, que com a evaporação da mesma, resultam na formação de depósitos salinos, com aparência esbranquiçadas (ANTONELLI *et al.*, 2002; STORTE, 2011). A presença desses problemas, juntamente com as manchas de umidade, evidenciam o problema de não estanqueidade de áreas com ou sem impermeabilização. Essa manifestação patológica quando unida a um depósito acentuado desses sais presentes no concreto, formam as chamadas estalactites.

Posteriormente aos primeiros problemas gerados através do processo de lixiviação da pasta de cimento, outros problemas mais preocupantes podem vir a se manifestar, muitas vezes ligados a este, como por exemplo a carbonatação. Ela trata de um fenômeno físico-químico onde, a partir da reação de gases ácidos presentes no ambiente, junto aos produtos alcalinos do concreto resultantes da hidratação do cimento, formam produtos com pH inferior à 9. Dentre os principais gases que auxiliam nesse processo, estão o gás sulfídrico (H_2S), dióxido de enxofre (SO_2) e o gás carbônico (CO_2), este último encontrado facilmente no meio ambiente, em mais, ou menos abundância (SCHRÖDER; SMOLCZYK, 1969).

O processo físico-químico que leva à carbonatação do concreto envolve principalmente as seguintes etapas (1991 apud KULAKOWSKI, 2002, p. 8-9):

- a) O hidróxido de cálcio, formado nas reações de hidratação do cimento, é dissolvido pela água presente na solução dos poros, tendo como produto moléculas de Ca^{+2} (cálcio) e OH^- (hidróxido);
- b) O gás carbônico, por sua vez, penetra no concreto e se transforma por difusão através da fase gasosa dos poros, se dissolvendo na solução aquosa, formando assim um produto com moléculas de H^+ (hidrogênio) e CO_3^- (carbonato);
- c) O gás carbônico dissolvido reage com o hidróxido de cálcio ($Ca[OH]_2$), também dissolvido, bem como os outros produtos carbonatáveis presentes na pasta de cimento, formando assim, o carbonato de cálcio ($CaCO_3$).

O autor também completa que, a colmatação dos poros, ou seja, a obstrução deles, influencia diretamente no avanço da frente de carbonatação, assim como as variações de umidade e temperatura do ambiente.

Como outros fatores que influenciam para o avanço desse processo, podem ser citados a relação água/cimento, concentração de CO_2 no ambiente e a umidade. Segundo Helene (1992), o fator a/c controla diretamente todas as propriedades relacionadas à microestrutura do concreto

endurecido, ao fato de que, a redução da quantidade de água no concreto provoque uma alteração na dimensão dos poros e capilares, dificultando a difusão do gás carbônico neste. E assim, pela carbonatação ser um fenômeno regido pela propagação do CO₂ ao interior do concreto, quanto maior a concentração externa desse elemento, mais veloz o processo físico-químico ocorre.

Principalmente por esse motivo, garagens e subsolos são locais de muita incidência desse tipo de manifestação patológica, exatamente pela alta concentração de gás carbônico provindo dos carros que ali transitam. Quando a frente de carbonatação atinge a armadura, a diminuição da estabilidade química dentro da estrutura, aliada a outros fatores como a própria diminuição do pH, fazem com que inicie o processo de dissolução da película protetora das armaduras presentes nas estruturas, permitindo dessa forma a despassivação do aço, tornando-o assim, vulnerável ao processo corrosivo, ocorrendo caso haja umidade no interior da peça (FARIAS; TEZUKA, 1992).

O processo de corrosão do aço e a retração do concreto por conta da carbonatação, propiciam para que se conduzam tensões adicionais de tração na camada de superfície da estrutura, aumentando sua tendência a fissurar. A carbonatação gera alteração na estrutura da pasta de cimento, facilitando o deslocamento do concreto, o qual muitas vezes se encontram com cobrimento abaixo do permitido (TINOCO; MORAIS, 2013).

Apesar do exposto acima, o fato do material presente no interior do concreto, como sais, serem expelidos pelo processo de lixiviação através da presença de água, faz com que não se acumule esses agentes agressores dentro da estrutura. Dessa forma, não se pode caracterizar de forma incisiva a presença do processo de carbonatação, entretanto, não se exclui a possibilidade futura do aparecimento da mesma. Portanto, como se trata de um possível prognóstico, essa perspectiva será também analisada nesse caso.

4.2.2 Diagnóstico

Inicialmente, leva-se em consideração o fato de que para analisar as manifestações patológicas não foi disponibilizado nada além da vistoria realizada, sendo esta apenas uma constatação dos fatos e que não necessariamente haja um discorrimento sobre tal, que tampouco foram realizados ensaios técnicos na área estudada, além de que o local não foi analisado *in loco* pelo autor do presente trabalho. Em função desses fatores, as causas das manifestações, diagnóstico, prognóstico e prescrição ora expostas podem não condizer em sua totalidade com a realidade dos fatos.

Tendo como prerrogativa o que foi dito acima, com o que foi dirimido no tópico anterior e observando as fotos realizadas pela autora da vistoria, podemos analisar o diagnóstico completo do problema patológico presente no edifício estudado.

Primeiramente, nota-se que as figuras, em sua maioria, possuem diversos pontos onde se encontra a presença de água, visto principalmente que tanto para a ocorrência do processo de lixiviação e aparecimento das eflorescências na superfície, quanto para o desencadeamento da corrosão nas armaduras, é necessária a existência desse elemento na estrutura. Portanto, se conclui que uma das principais causas do surgimento das manchas esbranquiçadas na face das vigas, bem como as manchas de umidade, e a consequente formação de estalactites, é a presença dela em razão da infiltração de água que parte das estruturas.

Outra causa provável para o aparecimento e avanço desses problemas patológicos, é a alta concentração de CO₂ no local, que se trata de uma garagem de subsolo, e como já dito anteriormente, são locais onde a incidência de manifestações patológicas que avançam em função do acúmulo desse gás é alta. Sendo assim, outros problemas que podem acelerar esse processo são, a alta porosidade do concreto, e o baixo cobrimento da armadura, pois, existindo essas duas variáveis, podem facilitar a entrada desses agentes agressores, prejudicando ainda mais a estrutura. Portanto, em vista disso, o mecanismo de ocorrência das anomalias estudadas se dá principalmente pela lixiviação, onde se agravada, pode iniciar também um processo de carbonatação, como já comentado anteriormente.

Para ser analisado o que realmente originou tais manifestações patológicas, seria necessário um estudo mais criterioso, principalmente com ensaios laboratoriais, auditoria dos projetos e porventura uma inspeção mais detalhada no edifício em questão, para que dessa maneira seja dada a origem do problema de forma mais assertiva. Contudo, visto as anomalias presentes no *case* ora estudado, levando em conta o que foi discorrido sobre as manifestações, juntamente com as fotos disponibilizadas e as causas prováveis apontadas, presume-se que tais problemas patológicos se originaram na etapa de projeto e/ou execução.

4.2.3 Prognóstico

Bem como já comentado em capítulos anteriores, prognóstico se trata do levantamento de hipóteses relativas à evolução futura do problema patológico, ou seja, associar a possíveis intensificações que poderiam ocorrer se a manifestação continuasse incidindo na estrutura sem uma intervenção adequada, podendo ser esta à curto, médio e longo prazo.

Considerando as manifestações patológicas ora analisadas, sendo elas já citadas em momentos anteriores, como por exemplo eflorescências, corrosão das armaduras e fissuração, temos algumas possíveis complicações que podem afetar a estrutura, de forma com que ponha em risco, à longo prazo, a própria segurança e integridade do edifício se não tratadas.

As eflorescências causam, além da perda estética do edifício gerando manchas esbranquiçadas e incômodo para quem observa, também o aumento da insalubridade do local, por se tratar da evaporação e carreamento de elementos não saudáveis ao ser humano para superfície de determinada estrutura, como por exemplo o hidróxido de cálcio e magnésio, que quando reagem com o gás carbônico, possibilitam o aparecimento do processo de carbonatação. Nas imagens expostas, também se observa que essas eflorescências evoluem com certa facilidade, principalmente nas vigas, as quais no edifício em questão se encontram em um estágio acelerado de lixiviação, podendo desta forma, incidir com certa capacidade em outras regiões da estrutura.

Assim, partindo para a pior perspectiva, se existir a presença do processo de carbonatação nessa estrutura, o pH baixo da mesma prejudicará a camada de passivação da armadura, facilitando a corrosão. Assim, se não investigada, essa reação pode acabar por diminuir consideravelmente a seção da armadura presente na estrutura, de modo que chegue um momento em que o aço que se encontra naqueles pontos onde incidem o desenvolvimento da oxidação, não é suficiente para suportar a carga da estrutura onde se encontra.

A corrosão acima mencionada pode desencadear pontos de fissuração à médio e curto prazo, uma vez que nas áreas onde há expansão da armadura, ocasionada pela oxidação da mesma, o cobrimento do concreto não suporta as tensões nele impostas, fazendo com que assim se formem fissuras. Posteriormente, com o agravamento dessas trincas, estimuladas pela dilatação do aço presente nessa região, propiciam o deslocamento das faces do concreto nos locais onde essas armaduras estão incluídas, podendo ocorrer em toda extensão das lajes e vigas, por exemplo. Esses fatores ligados, auxiliam também para que se diminua a capacidade dessa estrutura suportar as cargas para ela dimensionadas, justamente pela redução da seção da armadura e da área de concreto calculados para a estrutura em questão.

4.2.4 Tratamento inadequado do problema patológico

Como exposto precedentemente, para o tratamento das manifestações patológicas indicadas, o síndico do edifício utilizou de uma solução alternativa para o reparo das mesmas, ou seja, executou a contratação de um profissional não especializado para realizar a manutenção

da estrutura. Este, por sua vez, implementou uma medida paliativa e prejudicial, que consistiu em empregar uma calha de alumínio na extensão das vigas presentes no pavimento, com a finalidade de evitar o gotejamento de água no piso da garagem. Todavia, quando se trata o sintoma antes de propriamente a causa do problema, se abre espaço para que apareçam novas patologias.

No caso estudado, não é possível saber quais os sintomas primários às manifestações patológicas presentes nas imagens. Entretanto, entende-se que, a partir do momento em que posterior ao reparo executado, o síndico solicita a vistoria das anomalias, o resultado não foi o esperado. Compreensível, visto que a utilização das calhas permitem com que a água esteja sempre em contato com a estrutura, mesmo que indiretamente, fazendo com que se agrave o processo de lixiviação e carbonatação, justificando a insatisfação com a consequência da solução alternativa.

Além disso, o tratamento inadequado dos problemas patológicos, proporciona para que outras manifestações incidam, isso porque quando não reparada a causa da anomalia propriamente dita, esta não deixa de existir na estrutura, e continua prejudicando os sistemas, propiciando uma deterioração ainda mais acelerada, gerando consequências piores à longo prazo, como mencionado em momentos anteriores.

4.2.5 Proposta de correção

Para a indicação do procedimento de correção, aludindo para Helene (1992), deve-se levar em consideração diversos fatores, como eficiência da intervenção, segurança, materiais, custo, agressividade do ambiente durante e após a correção, dentre outras variáveis, que sem o auxílio de um técnico especializado, se torna praticamente inviável.

Após analisar adequadamente a situação, e tendo ciência do que foi dito anteriormente, pode ser realizada a prescrição de correção das manifestações patológicas presentes, que para este caso, será utilizada a metodologia estabelecida por Helene (1992), aliada também à procedimentos sugeridos por Souza e Ripper (1998), que para este caso em questão, consiste nos critérios comentados a seguir.

4.2.5.1 Ensaios e procedimentos

O procedimento de remoção das sujidades presentes na superfície da estrutura é de suma importância para a continuação do processo de tratamento do problema patológico. Existem

diversas técnicas para a realização dessa limpeza, dentre elas a lavagem à jato quente e frio, utilização de solventes e as soluções ácidas ou alcalinas. Precedendo essa etapa, é necessário o preparo do substrato, com a escarificação, lixamento, escovamento, etc.

Entretanto, anterior ao início do processo de limpeza, a forma adequada de proceder se trata primeiramente da realização de análises *in loco* e ensaios que auxiliem na determinação da melhor correção, dentre alguns, podemos colocar:

1. Ensaio de fenolftaleína. Sendo esta uma solução química que, quando aspergida em um ambiente alcalino, há uma mudança na coloração da superfície, tornando-se violeta. Sendo assim, para execução deste, é necessário chegar à base do concreto que se encontra com suspeita de carbonatação, borrifar o produto e aguardar até que ele se manifeste. Caso não haja mudança de cor, continuando incolor, demonstra que se trata de um meio ácido, sendo um dos indícios dessa manifestação estar ocorrendo.
2. Determinação da porosidade e permeabilidade do concreto. Realizando esse ensaio com a extração de testemunho, podemos obter mais uma variável que possa ter agravado e/ou acelerado os mecanismos presentes. Essa absorção de água deve ser de 9,5% após 7 dias de aplicação, a permeabilidade à cloretos após 30 dias deve ser de no máximo $5,5 \times 10 \text{ ppm}$, e a penetração de CO_2 não deve ser maior que 2,1% (HELENE, 1992).
3. Análise da perda de seção da armadura. Para a realização da conferência do diâmetro da barra de aço presente na estrutura, a melhor opção seria o ensaio de Pacometria, com o qual poderíamos, de forma não destrutiva, analisar o diâmetro do aço presente. Portanto, se este diâmetro obtido for menor que o previsto em projeto, deve-se analisar a necessidade de um reforço estrutural além apenas da limpeza e proteção da armadura.
4. Verificação de cobrimento da armadura. Na hipótese dessa cobertura ser abaixo do determinado pela norma vigente no ano de construção do edifício, esse se torna um dos fatores responsáveis para a deterioração dessa estrutura.
5. Teste de estanqueidade na laje superior. Para que dessa forma, se identifique a forma de entrada da água na estrutura em que esse agente incide.

4.2.5.2 Limpeza da superfície

Depois de analisadas todas as variáveis anteriores, se faz possível realizar a limpeza propriamente dita da estrutura. Após realizado o preparo do substrato, e considerando que o problema patológico observado advém da carbonatação e lixiviação do concreto sem perda considerável da seção de armadura, se indica a limpeza da superfície com jato de água e soluções alcalinas, para que primeiramente esse ambiente deixe de ser um ambiente agressivo ao concreto e ao aço.

Posteriormente a limpeza dessa estrutura, faz-se necessário aguardar a secagem da mesma, de forma com que o tratamento para ela haja da forma adequada, sem demais degradações. Enquanto essa etapa acontece, após descoberto o local em que a água esteja penetrando na estrutura, torna-se necessário reestruturar a estanqueidade dessa região, para que dessa maneira, não incida novamente no corpo do concreto, dificultando e/ou anulando o processo de infiltração, cuja presença é prejudicial para o funcionamento e integridade do esqueleto.

4.2.5.3 Estanqueidade

A água, componente essencial para a resistência do concreto no processo de hidratação do cimento chamado de cura, quando em contato com a estrutura em momentos posteriores, se torna um agente prejudicial e degradante do concreto. Portanto, garantir sua estanqueidade é fundamental para o pleno funcionamento do sistema estrutural.

À fim de tornar todo o sistema do edifício em foco novamente estanque, deve-se observar qual a opção mais favorável e com maior custo-benefício para o contratante, seja ela uma manutenção da laje e seus revestimentos, por exemplo, os quais se encontram acima do pavimento estudado. Entretanto, a melhor opção para esse caso, seria (re)fazer a impermeabilização da estrutura acima, utilizando a manta asfáltica, por exemplo, para que dessa forma, o agente agressivo não penetre, evitando com que se acelere os processos ora citados.

4.2.5.4 Tratamento de proteção das armaduras

Na hipótese dos resultados encontrados nos ensaios não serem os desejados, ou seja, existe o processo de carbonatação além da lixiviação, a armadura se encontra em processo de

corrosão, o cobrimento é inadequado e a porosidade do concreto está acima da permitida, se torna necessário o tratamento desses pontos de fragilidade.

Assim, para o início do procedimento de recuperação da estrutura contaminada, primeiramente se deve retirar o concreto degradado em toda sua extensão, por uma profundidade de aproximadamente três centímetros atrás da armadura, para que dessa forma se retire o máximo de material atingido pelo processo de carbonatação (SOUZA; RIPPER, 1998).

Posterior ao falado, conforme o próprio autor, para combater a corrosão das barras de armadura, como por exemplo as atingidas no processo de oxidação pela carbonatação do concreto, uma opção viável e apropriada seria a utilização de um primer anticorrosivo próprio para armaduras, este se trata de um inibidor de corrosão rico em zinco, que auxilia no tratamento do aço atingido pela oxidação, fazendo com que o material não passe por outro processo semelhante, dificultando sua deterioração. Além de um bom desempenho em seu papel, o primer também adquire boa aderência à maioria dos materiais, como concreto e aço, no entanto não adere à superfícies sujas, como ceras, graxas ou materiais desagregados.

4.2.5.5 Reconstrução do cobrimento

O graute se trata de uma argamassa de base mineral ou epóxi, de grande fluidez, auto adensável, com alta resistência, baixa porosidade, não apresentando retração na sua secagem e deve ser utilizado para realização de reparos profundos e semiprofundos. Quando de origem cimentícia, esse material é constituído de cimento Portland, agregados de granulometria adequada, aditivos expansores e superplastificantes (HELENE, 1992).

Como o graute atinge altas resistências rapidamente, as fôrmas podem ser retiradas geralmente em 24 horas e o excesso de material extraído. Este procedimento é eficaz quando utilizado em elementos estruturais onde a rapidez de desforma e utilização da estrutura sejam primordiais, além de ser conveniente para reparos em locais de difícil acesso ou em caso de seções densamente armadas (SOUZA; RIPPER, 1998; HELENE, 1992).

Portanto, decorrido os fatos anteriores, para a reconstrução da camada de concreto das estruturas ora analisadas, a melhor opção para tal procedimento, visto suas propriedades de baixa porosidade, alta resistência e trabalhabilidade, seria o graute à base cimentícia.

Para realização deste, utilizar-se-ia do chamado cachimbo, que se trata da forma preparada para a aplicação desse material, prevendo um cobrimento adequado, indicado por Helene (1992) de três centímetros nesses casos. Antes da aplicação do graute, torna-se necessária a saturação da estrutura, onde posteriormente se aplicaria o material. Então assim,

após realizados esses processos, se empregaria a massa em toda extensão das áreas escareadas, desformado após 24 horas, fazendo necessária uma cura úmida de pelo menos três dias nessas regiões.

4.2.5.6 Reparo da pintura

Somente após realizados os reparos, aguarda-se a secagem dos materiais aplicados na estrutura, então posteriormente, se realiza novamente a pintura da superfície atingida, criando assim, uma região com muito mais segurança, proteção e salubridade aos transeuntes.

Dessa forma, não se faria necessário qualquer outro tipo de material externo à estrutura, como por exemplo as calhas, expostas nas imagens, que além de tudo, proporcionou àquele pavimento uma aparência muito mais incômoda, e uma estética desconfortável, quando comparada à que teria se realizado o tratamento correto.

5 ANÁLISE GERAL

No presente capítulo, será realizada a análise geral dos dados obtidos através das observações anteriores, ou seja, as informações serão julgadas de forma com que se introduza à conclusão do trabalho de fato.

Inicialmente é interessante salientar que, independente de qual dos dois casos estudados, os principais pontos de atenção e de perdas são comuns à ambos, exatamente pelo fato de que quando não se goza de um profissional qualificado para serviços de engenharia, seja de incorporação, manutenção ou reparo, temos a certeza de que o resultado final não será o desejado, tampouco será o correto.

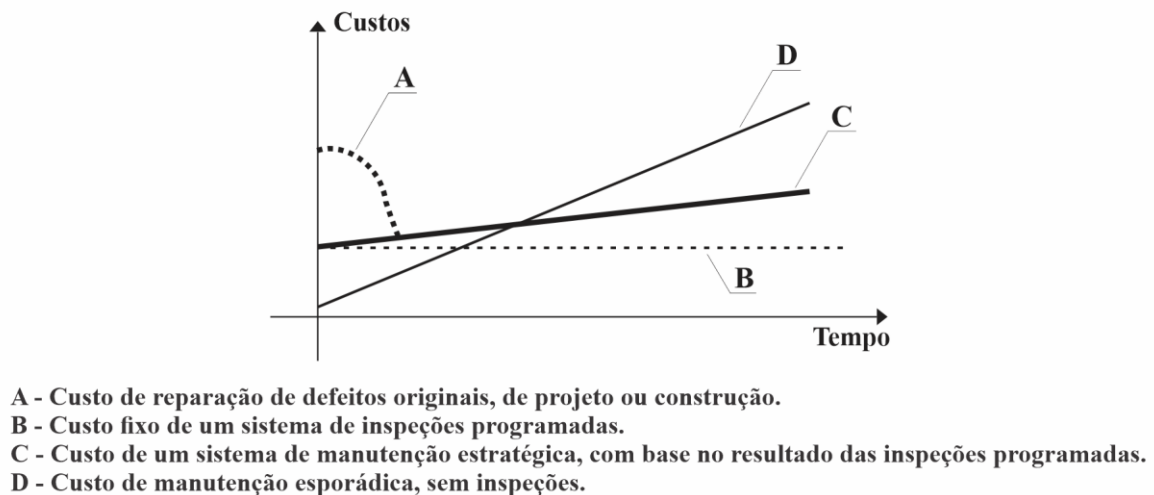
Sendo assim, o que se observa nesses casos é um alto prejuízo financeiro, a perda de desempenho da estrutura, perda da integridade da edificação, a depreciação do valor do imóvel, e o principal, a baixa segurança dos usuários, que em ambos os casos, se torna indeterminada, não podendo se atestar de fato se as estruturas são confiáveis, e que não gerarão problemas piores futuros.

Quando não se utiliza do engenheiro civil no canteiro de obras de uma incorporação de edifícios, há fatores e variáveis que não se devem esperar do profissional escolhido, como por exemplo o seguimento das normas técnicas vigentes, das boas práticas construtivas, respeito ao cronograma, controle das perdas de materiais e tampouco realizará a análise minuciosa dos custos da obra. Ou seja, abdicando da figura do profissional qualificado no momento da execução, o contratante concorda com a falta de zelo perante ao seu edifício, dando margem para erros, prejuízos e problemas posteriores piores. Este último pode ocorrer mesmo com a presença do engenheiro, porém quando existe um profissional qualificado e especializado, existe responsabilidade e cuidado, realizando reparos necessários já na etapa de construção, com a falta dele, a probabilidade é que isso não aconteça.

Os problemas citados anteriores vêm à desencadear na fase de uso do edifício, muitas das vezes quando os moradores já transitam e moram no prédio. Por esse motivo, é necessário um programa de manutenção estratégica, proposto pelos próprios usuários, para que obtenha periodicidade nas inspeções, identificando uma anomalia antes dela entrar em uma fase de degradação da estrutura ou de um sistema. É bem verdade que esses trabalhos não possuem o mesmo charme que a construção original e, talvez por isso, ainda sejam vistas como improdutivas e desnecessárias (SOUZA; RIPPER, 1998).

Na Figura 21 mostrada abaixo, se observa a variação dos custos em relação às diferentes estratégias de manutenção, podendo ser aludida também à **Lei de Evolução de Custos** proposta por Sitter em 1984.

Figura 21 – Custo das várias estratégias de manutenção



Fonte: Souza e Ripper (1998).

Vê-se então, com a simples observação da imagem acima, quão grandiosa é a ignorância ou irresponsabilidade de quem procede da forma citada pelos autores, como se manutenção preventiva do edifício fosse improdutiva e desnecessária. Negligenciar essa etapa de uma edificação é acumular deficiências e custos que, a um certo ponto, pode vir a tornar-se insuportável (SOUZA; RIPPER, 1998).

Para o completo planejamento estratégico de manutenção de um edifício, são necessárias inspeções periódicas, também elencadas pelos autores como passo integrado dessa fase da edificação. Essas vistorias têm como principais objetivos três pontos, segundo Otoni *et. al* (2019):

- I. Classificação dos defeitos quanto ao seu grau de risco
- II. Orientações técnicas em relação à solução dos defeitos, e
- III. Classificação do estado de manutenção da edificação.

Dessa maneira, a partir de tudo que foi percorrido no capítulo, percebe-se que, pelo grau de dificuldade e capacidade técnica necessária para a realização das manutenções preventivas corretivas do edifício, levando em consideração também a responsabilidade atribuída ao profissional que a faz, além da obrigatoriedade da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de execução desses serviços, prevista na Lei Federal nº 6.496 de 1977, que todo esse planejamento sugerido pelos autores estão longe de se caracterizar como desnecessária, e com razão, se atribui o termo *irresponsabilidade* à quem corrobora.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como proposta principal enfatizar, de maneira didática e realista, a importância da presença do engenheiro civil nos serviços relacionados à engenharia. Para tal, foi dado destaque especial às atividades relacionadas à incorporação de edifícios e também à engenharia diagnóstica, como manutenção estratégica e tratamento de manifestações patológicas. Desta maneira, buscou-se desmistificar a ideia de que o acompanhamento do profissional especializado nos serviços de engenharia é desnecessária e se torna um custo na execução destes.

À fim de corroborar com as colocações, foram analisados dois edifícios em que a prestação dos serviços acima citados foram de qualidade inferior, desencadeados pela negligência do contratante em relação a presença do profissional e a obrigatoriedade deste. Em ambos os casos, se observou as desvantagens da falta de um acompanhamento adequado, consequentemente possibilitando o aparecimento de problemas patológicos. O parágrafo a seguir elucida esse ponto, relatando resumidamente o que foi observado nos tópicos anteriores.

O primeiro edifício estudado expôs a irresponsabilidade das duas partes do contrato, onde a decisão do não acompanhamento do engenheiro na obra de incorporação do edifício em questão incidiu em diversas manifestações patológicas de origem executiva. O segundo caso, relacionado ao tratamento desses problemas, também demonstrou quão necessária é essa presença, manutenção esta que, com a finalidade de diminuir o custo da manutenção, foi adotada uma solução paliativa e prejudicial, a qual certamente agravou o problema existente. Isso acontece pois, sem o diagnóstico adequado, o tratamento se foca nos sintomas, e não necessariamente na causa do problema, dessa forma, a anomalia continua afetando na estrutura e contribuindo para que o processo de deterioração se acelere.

É evidente que, para se obter bom resultado nos serviços relacionados à engenharia, não só se leva em consideração a qualidade dos produtos utilizados, como também deve se empregar uma abordagem total de gerenciamento e acompanhamento, como já discutido por Alves (2001). Assim, obtêm-se um resultado satisfatório tanto ao cliente, quanto ao desempenho e durabilidade da edificação, diminuindo assim, a necessidade de manutenções corretivas nessa estrutura. Contudo, quando estas forem necessárias, Helene (1992) recomenda que, para se obter sucesso nas medidas terapêuticas do problema patológico, é necessário que anteriormente o diagnóstico e estudo prévio da manifestação tenha sido bem conduzido. Sendo assim, entende-se que, para ser possível uma análise adequada, é imprescindível a presença do profissional.

Isto posto, fica claro que não associar o engenheiro civil aos serviços de engenharia é impensável. O costume de atribuir a imagem desse profissional como um custo, seja no canteiro de obras, em serviços relacionados às patologias nas construções, dentre outras diversas áreas onde ele está inserido, prejudica não somente a profissão, como também à quem realmente importa essas soluções, o usuário. Além do fato de existir a obrigatoriedade da apresentação de ART para serviços relacionados à engenharia, é necessário refletir que a presença do engenheiro é um investimento fundamental, e que a ausência deste profissional faz com que se aceite possíveis riscos à edificação, pondo em perigo sua própria segurança e integridade.

Portanto, se em qualquer cenário não se observa vantagem, seja ela econômica ou de confiabilidade na segurança, afinal, onde os indivíduos que negligenciam a presença do engenheiro pretendem lucrar?

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário**. 2002. 26 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos**. 2015. 32 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.674: Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. 2012, 25 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.118: Projeto de estruturas de concreto —. Procedimento**. 2014, 256 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.575: Impermeabilização – Seleção e Projeto**. 2010, 14 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575: Edificações habitacionais — Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais**. 2013, 71 p.
- ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS – ABL. **Dicionário de Sinônimos da Língua Portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2011.
- ALFANO, G. *et al.* **Long-Term Performance of Chemical Damp-Proof Courses: Twelve Years of Laboratory Testing**. Building and Environment. v. 41, n. 8, ago. 2006.
- ALVES, A. C. N. **A implantação de sistemas de gestão da qualidade na indústria da construção civil segundo os critérios da ISO 9001:2000: adaptações em relação à ISO 9001:1994**, 2001. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.
- ANDRADE, J. J. O. de. **Durabilidade das Estruturas de Concreto Armado: Análise das Manifestações Patológicas nas Estruturas do Estado de Pernambuco**. 1997. 151 f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). Concreto: ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: IBRACON, 2005.
- ANTONELLI, G. R.; CARASEK, H.; CASCUDO, O. **Levantamento das Manifestações Patológicas de Lajes Impermeabilizadas em Edifícios Habitados de Goiânia-GO**. ENTAC, Foz do Iguaçu, 2002.
- ANTUNES, G. S. **Estudo de Manifestações Patológicas em revestimentos de fachadas de Brasília – Sistematização da Incidência de casos**, Distrito Federal, 2010. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de tecnologia.
- ARANHA, P.M.S. **Contribuição ao Estudo das Manifestações Patológicas nas Estruturas de Concreto Armado na Região Amazônica**. Porto Alegre, 1994. 144 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ARDITI, D.; GUNAYDIN, H.M. **Total Quality Management in the Construction Process**, v. 15, n. 4, 1997.

BAÍA, L. L. M; SABBATINI, F. H. **Projeto e Execução de Revestimento de Argamassa. Coleção Primeiros Passos da Qualidade no Canteiro de Obras**. São Paulo. O Nome da Rosa, 2000. 82 p.

BARROS, H. E. B; FERREIRA, D. S.; SILVA, A. F. P.; SOUSA, J. N. **Análise dos Agentes de Degradação no Descolamento de Revestimentos Cerâmicos**. Rio de Janeiro: PATORREB, 2018.

BERTI, J.V.M; SILVA JÚNIOR, G.P. da; AKASAKI, J.L. **Estudo da Origem, Sintomas e Incidências de Manifestações Patológicas do Concreto**. São Paulo: ANAP Brasil, v. 12, n. 26, 2019.

BERTUCCI, J. L. O. **Metodologia básica para elaboração de trabalhos de conclusão de cursos: ênfase na elaboração de TCC de pós-graduação Lato Sensu**. São Paulo: Atlas, 2009.

BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. **Patologia de estruturas**. 1. ed. São Paulo, 2019.

BORGES, C. **O Conceito de Desempenho de Edificações e a sua Importância para o Setor da Construção Civil no Brasil**. USP, São Paulo, p. 27, 2008. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

BRASIL. Código Civil. **Lei nº 10.406 de 10 de Janeiro de 2002. Art. 618**. Brasília, DF. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/10406compilada.htm. Acesso em: 3 jun. 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 6.496, de 7 de Dezembro de 1977**. Brasília, DF. 1977. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16496.htm. Acesso em: 10 mai. 2021.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA L. L. M. **Projeto e Execução de Revestimento Cerâmico**. São Paulo. O Nome da Rosa, 2003.

CAMPANTE, E. F.; SABBATINI, F. H. **Metodologia de Diagnóstico, Recuperação e Prevenção de Manifestações Patológicas em Revestimentos Cerâmicos de Fachada**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FARIAS, R. F. S.; TEZUKA, Y. **Corrosão das Armaduras de Concreto: Mecanismos e Controle**. 1992. Dissertação (Mestrado). Engenharia de Estruturas. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1992.

FRANÇA, R.; MONTEIRO, E. **Análise das Manifestações Patológicas Encontradas em Edificação Residencial Unifamiliar no Agreste Pernambucano**. Revista De Engenharia E Pesquisa Aplicada, 2016.

GARCIA-ALONSO, M.C. *et al.* **Corrosion Behavior of New Stainless Steels Reinforcing Bars Embedded in Concrete: Cement and Concrete Research**, v. 37, p. 1463-1472, jun. 2007.

GIBSON, E.J., Coord., **Working with the performance approach in building**. Rotterdam. CIB W060. 1982. (CIB State of the Art Report n. 64).

GIL, A. C. **Como Elaborar Projeto de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

HELENE, P. **Manual Prático para Reparo e Reforço de Estruturas de Concreto**. Pini, São Paulo, 213 p, nov. 1992.

HELENE, P. **Introdução da Vida Útil no Projeto das Estruturas de Concreto**. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2001.

HU, J. **Carbonization and Calcium Leaching-Induced Deterioration of Concrete in Dams: Field Inspection and Microstructural Investigation**. European Journal of Environmental and Civil Engineering, 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **General Principles on the Design of Structures for Durability. ISO 13823**. Geneva, 2008.

KLEIN, D. L. **Apostila do Curso de Patologia das Construções**. Porto Alegre, 1999 - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

KULAKOWSKI, M. P. **Contribuição ao Estudo da Carbonatação em Concretos e Argamassas Compostos com Adição de Sílica Ativa**. 2002. 199 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**: São Paulo: Escola Politécnica da USP. Tese de M. Sc., Universidade de São Paulo, 1985.

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

OTONI, A. I.; FERREIRA, B. O.; LIMA, J. **Inspeção Predial na Prática: Guia Prático de Inspeção Predial Para Quem Quer Começar do Zero**. Minas Gerais, 1. ed., 2019.

PARENTE, L. **Manutenção Predial x Vida Útil das Edificações**. Ceará, 2016. Disponível em: <https://lawtonparente.blogspot.com/2016/05/manutencao-predial-x-vida-util-das.html?m=0>. Acesso em: 25 mai. 2021.

PEREZ, A. R. **Umidade nas Edificações: Recomendações para a Prevenção de Penetração de Água pelas Fachadas**. Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. De Edificações do IPT. 1985. p.571-78.

R. FILHO, R. A. **Custos da Qualidade na Construção Civil**. Revista Tecnologia, Fortaleza, v. 1, n. 20, p. 32-39, dez. 1999.

SCHRÖDER, F.; SMOLCZYK, H. G. **Carbonation and Protection Against Steel Corrosion**. International Symposium on the Chemistry of Cement, v.4, p. 188-198, Tokyo, 1969.

SILVA, M. Â. **Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade** Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial). Universidade de Aveiro, Aveiro. Disponível: <http://hdl.handle.net/10773/1715>

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 1998. 255 p.

STORTE, M. **Impermeabilização - Prevenção e Proteção**. 2º Encontro Regional de Impermeabilização de Minas Gerais - MG, FUMEC, 1989.

STORTE, M. **Manifestações Patológicas na Impermeabilização de Estruturas de Concreto em Saneamento**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. São Paulo, 2011.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: Causas, Prevenção e Recuperação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020. 244 p.

TINOCO, H. F. F.; MORAIS, A. S. **Reservatórios em Concreto Armado: Principais Manifestações Patológicas, Diagnóstico e Soluções para Reabilitação e Reforço**. Congresso Nacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas. 9. ed. João Pessoa, 2013.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.

XAVIER, C M. S. **As Balas de Prata no Gerenciamento de Projetos. Práticas de Sucesso: um estudo em projetos no brasil**. 2014. 211 f. Tese (Doutorado em Administração). Universidade Nacional de Rosário, Rosário.

MOSCOSO, Y.F.M. **Estudo Numérico e Experimental das Tensões Atuantes na Argamassa Colante de Fachadas de Edificações Sob Ação da Fadiga Termomecânica**. Dissertação de Mestrado, UnB, Brasília, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 289 p. Tradução: Cristhian Herrera.