UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
DENIS DE SOUZA RAMOS

INVESTIGAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES VERTICAIS NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE/SC

Tubarão
2020

DENIS DE SOUZA RAMOS

INVESTIGAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES VERTICAIS NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE/SC

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.

Orientador: Prof. Rennan Medeiros

Tubarão

2020

DENIS DE SOUZA RAMOS

INVESTIGAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES VERTICAIS NO MUNICÍPIO DE BRAÇO DO NORTE/SC

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, 25 de novembro de 2020.

_____

Professor e orientador Rennan Medeiros, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

_____

Prof. Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

_____

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

Dedico esse trabalho à minha família, namorada, amigos, por todo incentivo e por estarem ao meu lado nos momentos difíceis ao qual me motivaram a chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por iluminar meu caminho e pela força para superar todos os obstáculos que me fez chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais, Dilmo e Selma, que sempre me apoiaram em todas as minhas escolhas, sempre incentivando a enfrentar os desafios por mais difíceis que sejam.

A minha namorada Graziani e a minha irmã Suelen, por estarem ao meu lado sempre, dando-me total apoio nos momentos mais complicados dessa trajetória.

Aos amigos e colegas que direta ou indiretamente me incentivaram a não desistir dos meus sonhos e me motivaram a vencer mais essa etapa.

Ao professor e orientador, Rennan Medeiros, por toda paciência e auxílio prestado no decorrer deste trabalho.

Por fim, fico imensamente agradecido, com a Universidade do Sul de Santa Catarina e aos demais professores do curso de Engenharia Civil pela qualidade do ensino.

“Nenhuma Engenharia constrói caráter, mas com caráter se faz os melhores engenheiros” (Jordan Lucas).

RESUMO

O concreto armado é o método construtivo comumente mais usual atualmente no Brasil, visto que desfruta de uma tolerância maior quanto à erros, uma elevada resistência à compressão, um custo de manutenção baixo, e ainda ser a alternativa para quem deseja ter uma estrutura durável, estável e resistente se comparado aos outros sistemas construtivos. Todavia, essa técnica favorece ao aparecimento das chamadas manifestações patológicas, em razão de fatores como, o controle de qualidade insatisfatório, as estruturas mal dimensionadas, as falhas na execução e assim por diante. Ainda que a tecnologia seja presente na área da construção civil, é evidente o aparecimento desses problemas em diversas edificações, inclusive naquelas com pouco tempo de vida útil. A frequência constante desta adversidade vem a comprometer o desempenho, a estabilidade e a funcionalidade da estrutura, gerando custos desnecessários em reparos que poderiam ser evitados. Diante disso, o presente trabalho busca investigar a incidência de manifestações patológicas em edificações verticais localizadas no município de Braço do Norte/SC, a fim de detectar e propor soluções cabíveis para os problemas encontrados. A realização do estudo, baseou-se no método de inspeção visual, na coleta de dados através das visitas técnicas ao local, na pesquisa bibliográfica, nos registros fotográficos e nas entrevistas com os usuários das edificações. Através de análises, constatou-se que as manchas de umidade, fissuras e descolamento de revestimento foram as manifestações mais presentes nos locais. Posteriormente, detectou-se as possíveis causas, as origens dos problemas e seus respectivos mecanismos de ocorrência de cada edifício, e foi proposto reparos de modo a sanar a anomalia a fim de que a estrutura obtenha um tempo de vida maior.

Palavras-chave: Manifestações patológicas. Edificações. Concreto armado.

ABSTRACT

Reinforced concrete is the most commonly construction method currently used in Brazil, as it is more tolerant on errors, has an elevated compression resistance, low maintenance cost, and is an alternative for those who desire an endurable structure, stable and resistant when compared to other constructive systems. However, this technic allows the risen of Pathologic Manifestations, originated from facts such as: Unsatisfactory quality control, wrongly dimensioned structures, project's execution fail and so. Even there is a great deal of technology in the Civil Construction area, these problems are evident in many buildings, including those of short lifecycle. The frequently detection of this adversity compromises the performance, the stability and functionality of the structure, generating unnecessary cost of repair that could be avoided. As that said, the present work comes to investigate the incidence of Pathologic Manifestation in buildings located in the city of Braço do Norte/SC, in order to detect and present suitable solutions for the founded problems. The conception of the study was based on the method of visual inspection, data collect during technical visits to the location, library research, photographic register and interviewing the users of the buildings. By analyzing, it was found out that the moisture stains, cracks, coating displacement were the most present manifestations at all locations. After all, it was detected the possible causes, the source of the problem and its respective mechanism of occurrence in each building, and repairs ware proposed in order to cease the anomalies, so the structures would have longer lifecycle.

Keywords: Pathologic Manifestation. Buildings. Reinforced Concrete.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Origem das manifestações patológicas relacionadas ao processo de construção civil 14
Figura 2: A distribuição relativa da incidência de manifestações patológicas em edifícios e residências. 15
Figura 3: Ocorrências de manchas em uma edificação 19
Figura 4: Eflorescência 20
Figura 5: Fluxograma dos passos para interpretar e analisar problemas patológicos nas edificações 24
Figura 6: Formulário utilizado para avaliar a estrutura de concreto 26
Figura 7: Formulário utilizado para avaliar a estrutura de concreto 27
Figura 8: Formulário utilizado para avaliar as condições do meio em que a estrutura está exposta 28
Figura 9: Critério para classificação de manifestações patológicas 29
Figura 10: Esboço das etapas e da importância de um diagnóstico nas estruturas com manifestações patológicas 31
Figura 11: Localização da edificação vertical A 35
Figura 12: Vista frontal da edificação A investigada 36
Figura 13: Localização da edificação vertical B 37
Figura 14: Edificação B investigada 37
Figura 15: Manchas de umidade causada pela água da chuva 38
Figura 16: Manchas causadas por eflorescência 39
Figura 17: Descolamento de pintura 40
Figura 18: Fissuras por movimentação higroscópica 41
Figura 19: Fissuras causadas por sobrecargas 42
Figura 20: Fissuras causadas no revestimento cerâmico 43
Figura 21: Incidência de problemas que ocorrem em relação a origem 45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR - Norma Brasileira

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
1.1 JUSTIFICATIVA 12
1.2 OBJETIVOS 13
1.2.1 Objetivo geral 13
1.2.2 Objetivos específicos 13
2 REVISÃO DE LITERATURA 14
2.1 PROBLEMAS PATOLÓGICOS OCORRENTES EM EDIFICAÇÕES NO BRASIL . 14
2.1.1 Fissuras 15
2.1.1.1 Fissuras por movimentações térmicas 16
2.1.1.2 Fissuras por movimentações higroscópicas 17
2.1.1.3 Fissuras por atuação de sobrecargas 17
2.1.1.4 Fissuras decorrentes de deformidade excessiva de estruturas de concreto armado .. 17
2.1.1.5 Fissuras decorrentes de recalques de fundação 17
2.1.1.6 Fissuras por retração de produtos à base de cimento 18
2.1.2 Manchas de umidade 18
2.1.3 Eflorescência 19
2.1.4 Descolamento da pintura 20
2.1.5 Descolamento de piso cerâmico 21
2.2 PROFILAXIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL 22
2.2.1 Projeto bem detalhado 22
2.2.2 Controle tecnológico dos materiais 22
2.2.3 Fiscalização diária nas obras e equipe qualificada 23
2.2.4 Manutenções preventivas 23
2.3 TÉCNICAS DE INVESTIGAÇÃO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL 24
2.3.1 Inspeção Preliminar 25
2.3.1.1 Ficha de avaliação de antecedentes da estrutura e do meio ambiente 25
2.3.1.2 Exame Visual Geral da Estrutura 28
2.3.2 Inspeção detalhada 29
2.3.3 Diagnóstico 30
2.3.4 Prognóstico 31
3 METODOLOGIA 33

3.1 TIPO DE PESQUISA 33
3.2 AMOSTRAGEM DO ESTUDO 33
3.3 COLETA DE DADOS 33
3.4 MATERIAIS UTILIZADOS 33
3.5 SISTEMATIZAÇÃO DA PESQUISA 34
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 35
4.1 DESCRIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DAS EDIFICICAÇÕES 35
4.2 PROBLEMAS PATOLÓGICOS IDENTIFICADOS 38
4.2.1 Manifestações Patológicas causadas por manchas de umidade, bolor ou mofo e eflorescência 38
4.2.2 Manifestações patológicas causadas na pintura 40
4.2.3 Manifestações patológicas causadas por fissuras 41
4.2.3.1 Fissuras por movimentações higroscópicas 41
4.2.3.2 Fissuras por sobrecargas 42
4.2.4 Manifestações patológicas causadas no revestimento 43
4.2.4.1 Descolamento dos pisos cerâmicos 43
4.3 ANÁLISE GERAL DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS ENCONTRADOS NAS EDIFICAÇÕES 44
5 CONCLUSÃO 46
REFERÊNCIAS 48

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia está cada vez mais presente em setores como os de materiais de construção e de técnicas construtivas, mesmo assim, é notório que apareçam inúmeras edificações com sintomas patológicos. A falta de um planejamento adequado, uso inapropriado de materiais associado aos cuidados na execução, são os grandes responsáveis pelo surgimento destas manifestações, o que acarreta um custo elevado e despesas futuras que poderiam ser evitadas (IANTAS, 2010).

É evidente que qualquer edificação se deteriora com o tempo, afinal é um processo natural que, por sua vez, reduz seu desempenho, logo, sua vida útil. Em virtude disto, estudar essas manifestações patológicas, permite compreender fatores e mecanismos que levam a degradação de edifício, com o propósito de evitar possíveis colapsos na estrutura.

O controle de qualidade por exemplo, é um fator essencial que impede este tipo de problema. Sendo assim, essa fiscalização deve ser realizada não apenas na fabricação e processamento de matérias-primas, mas também, em todas as etapas da obra. Desse modo, usufruindo dos procedimentos de controle de qualidade, reduzir-se-ia eventuais falhas durante a construção.

1.1 JUSTIFICATIVA

A área da Construção Civil tem sido, desde a existência humana, um dos grandes meios essenciais para o desenvolvimento de uma civilização. Com isso, a busca por novos modelos e técnicas construtivas no cotidiano, exigiu-se uma drástica aprimoração de tecnologias que possibilitassem uma melhoria neste quesito.

Ainda que, com esse vasto avanço, a Construção Civil não conseguiu conter o surgimento das manifestações patológicas, e um dos fatores para tal, foi a desenfreada busca por demarcação de terras e pelo crescimento dos espaços citadinos. Isto é, o objetivo de alcançar a urbanização desejada brevemente, fez com que gerasse o aumento de obras com reduzidas supervisões de qualidade, o que propiciou construções mal elaboradas, com erros de projeto e execução, materiais inadequados para o tipo de obra, além da escassa ou ausência de manutenções futuras na estrutura, dando início assim, aos colapsos nos sistemas de construções.

Portanto, em suma, este presente trabalho dispôs de uma proposta de pesquisa de campo para investigar as dimensões desta realidade. Foi realizada então, uma inspeção visual para determinar, registrar e analisar as aparições patológicas mais frequentes em duas edificações

residenciais na cidade de Braço do Norte/SC, com a finalidade de traçar algumas soluções favoráveis, que culminarão porventura, em uma melhor recuperação da edificação.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Fazer o levantamento dos sintomas patológicos mais incidentes encontrados em dois edifícios residenciais em Braço do Norte/SC, com a finalidade de propor soluções viáveis para sanar tais manifestações.

1.2.2 Objetivos específicos

a) Identificar as principais manifestações patológicas encontradas em duas edificações residenciais em Braço do Norte/SC;

b) Diagnosticar as principais manifestações patológicas;

c) Comparar os tipos de sintomas patológicos existentes nestas duas propriedades;

d) Propor soluções viáveis para a correção das manifestações patológicas encontradas na edificação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Com base em pesquisas bibliográficas, este capítulo, aborda os problemas mais recorrentes nas edificações, as formas de evitar as manifestações patológicas e, por fim, os métodos para investigação e solução destas.

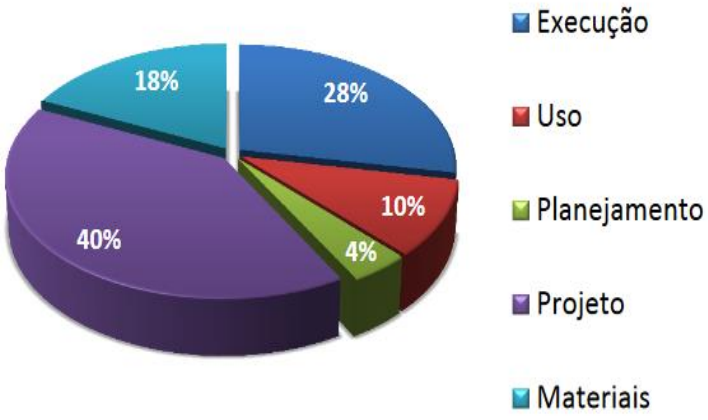
2.1 PROBLEMAS PATOLÓGICOS OCORRENTES EM EDIFICAÇÕES NO BRASIL

Manifestações patológicas podem ocorrer em diferentes estágios da fase de construção, desde o projeto e outras fases de planejamento. É importante descobrir a causa, ou melhor, a raiz do problema, pois além de confirmar quem errou, auxilia na questão de processos judiciais, além de entender melhor o caso e, assim, selecionar a terapia mais adequada (HELENE, 1992).

De acordo com Capello et al. (2010), as causas principais dessas manifestações podem aparecer devido a projetos elaborados inadequadamente, má qualidade dos materiais utilizados na construção, falta de controle técnico, principalmente relacionado ao concreto, falha na fase de construção e falha da equipe em se preparar para a execução do projeto. Ademais, é importante descrever também a falta de supervisão da gerência ou do responsável pela execução do projeto, o uso inadequado da obra, tal como um edifício utilizado para outros fins que não o objetivo inicial (fase de projeto), e ainda a falta de manutenção.

Segundo Helene (1992), a maioria das manifestações patológicas se origina-se na fase de projeto, como mostra a Figura 1.

Figura 1: Origem das manifestações patológicas relacionadas ao processo de construção civil



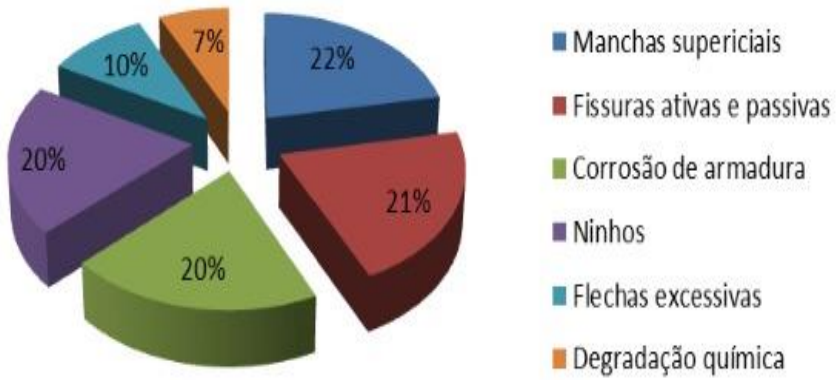
Fonte: Helene (1992, p.22)

Portanto, o responsável pelo erro pode ser apontado, pois se o caso ocorrer na fase de projeto, ou seja, devido ao projeto insuficiente, o projetista responderia por essas falhas. Se porventura o problema deriva de um desvio no processo de construção, está diretamente relacionado a erros manuais e seleção de materiais, e nessa situação, são atribuídas as falhas à equipe de construção e até o engenheiro executivo. Caso o problema seja acometido por falta de manutenção ou uso inadequado, o usuário é responsável pelo edifício (VIEIRA, 2016).

Em muitos casos, as manifestações patológicas geralmente estão nos estágios finais do desenvolvimento quando são percebidas ou diagnosticadas (LAPA, 2008). Portanto, adiar intervenções para essas anormalidades resultará em um aumento geométrico na proporção de cinco, o que aumenta o custo da correção e é cinco vezes mais caro do que resolver o problema antecipadamente (SITTER, 1983).

Na figura 2, ilustra a incidência dos problemas patológicos em edifícios e residências.

Figura 2: A distribuição relativa da incidência de manifestações patológicas em edifícios e residências.



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

Diante do exposto no gráfico de Helene (1992) acima, percebe-se que as manifestações de maiores incidências são as manchas superficiais, fissuras ativas e passivas, corrosão de armadura e ninhos.

2.1.1 Fissuras

As manifestações patológicas mais comuns observadas em alvenaria, vigas, pilares, pisos e outros elementos são trincas e fendas. Essas patologias são causadas principalmente pelas tensões que atuam sobre os materiais, ou seja, quando são obrigadas a exercer uma tensão maior que sua capacidade. Isso leva a aberturas, classificadas de acordo com a espessura (OLIVEIRA, 2012).

Segundo Vitório (2003, p. 25), um dos sintomas mais comuns é o aparecimento de fissuras, trincas, rachaduras e fendas, que são classificadas quanto ao tamanho da espessura. Sendo assim, ele descreve as fissuras e as trincas como aberturas em forma de linha na superfície de um sólido, sendo a primeira gerada a partir da ruptura sutil e parcial de sua massa, com espessura de até 0,5mm e a última oriunda de uma ruptura evidente e parcial de sua massa, com espessura de 0,5mm a 1,00mm. Quanto as rachaduras e fendas, foram classificadas como uma abertura expressiva na superfície de um sólido proveniente de uma ruptura acentuada de sua massa, sendo a primeira com espessura de 1,00mm a 1,5mm e a última com espessura acima de 1,5mm.

Existem dois tipos de aberturas: as ativas e as passivas. As ativas podem variar de tamanho ao longo do tempo, ou seja, são graduais. Por outro lado, aberturas passivas são aquelas que foram estabilizadas, ou seja, não há mais mudança de tamanho (CORSINI, 2010).

Quanto às causas desses fissuramentos, Vitório (2003, p. 23) ressalta algumas das mais usuais, quais sejam: "[...] a cura mal realizada, a retração, a variação de temperatura, a agressividade do meio ambiente, o carregamento, os erros de concepção, o mal detalhamento do projeto, os erros de execução, os recalques dos apoios e os acidentes". Outro fator que contribui para o aparecimento de fissuras é a má implementação das técnicas de construção (MUCI; NETTO; SILVA, 2013).

Da mesma forma, Thomaz (1989), também expõe algumas das causas desse tipo de problema, que inclui fissuras por movimentações térmicas, por movimentações higroscópicas, por atuação de sobrecargas, por deformidade excessiva de estruturas de concreto armado, por recalques de fundação e por retração de produtos à base de cimento. Cada uma será abordada abaixo da forma que foi detalhada por Thomaz.

2.1.1.1 Fissuras por movimentações térmicas

Os elementos e componentes de uma construção estão sujeitos a variações de temperatura, sazonais e diárias. Dessa forma, as fissuras por movimentação térmica originam-se a partir de movimentos de dilatação e contração que foram restringidos pelos diversos vínculos que envolvem os elementos e componentes, desenvolvendo-se apenas nos materiais.

A apresentação desse tipo de manifestação patológica pode se manifestar em diferentes configurações, desde fissuras inclinadas, ou fissuras com abertura regular no topo da parede, ou as reguladas no piso externo, até mesmo trincas verticais.

2.1.1.2 Fissuras por movimentações higroscópicas

As mudanças de umidade num determinado local, provocam variações na dimensão dos materiais porosos que fazem parte da construção. O aumento do teor produz uma expansão do material enquanto a diminuição desse teor provoca uma contração, no caso da existência de vínculos que impeçam essas movimentações, gerando as fissuras.

As características dessas patologias se exibem geralmente em formas de trincas horizontais na alvenaria provenientes da expansão dos tijolos; trincas verticais provenientes da expansão dos tijolos por absorção de umidade; e, também no destacamento entre argamassa e componentes de alvenaria.

2.1.1.3 Fissuras por atuação de sobrecargas

As sobrecargas podem afetar os componentes estruturais de uma construção, tais como pilares, vigas e paredes. Isto ocorre devido a falhas na execução ou no próprio cálculo estrutural. Desse modo, o erro culmina em fissuras ramificadas na base da viga; trincas horizontais a meia altura de painel pré-moldado de concreto armado; e trincas inclinadas devido a torção da laje.

2.1.1.4 Fissuras decorrentes de deformidade excessiva de estruturas de concreto armado

Este tipo de manifestação patológica decorre de uma deformidade gerada por solicitações de compressão (pilares), cisalhamento ou flexão, etc. Logo, elas se apresentam, tipicamente em formas de trincas em parede de vedação – em que a deformação é maior que a deformação que a viga superior; em forma de fissuras de parede com abertura de janela; e trincas horizontais na base da parede.

2.1.1.5 Fissuras decorrentes de recalques de fundação

Os solos são constituídos basicamente por partículas sólidas, entremeadas por água, ar e material orgânico. Quando são aplicadas cargas externas sobre eles, todos os solos se deformam. Em caso destas deformações serem diferentes ao longo do plano das fundações, tensões de grande intensidade serão introduzidas na sua estrutura, podendo gerar o aparecimento de trincas.

2.1.1.6 Fissuras por retração de produtos à base de cimento

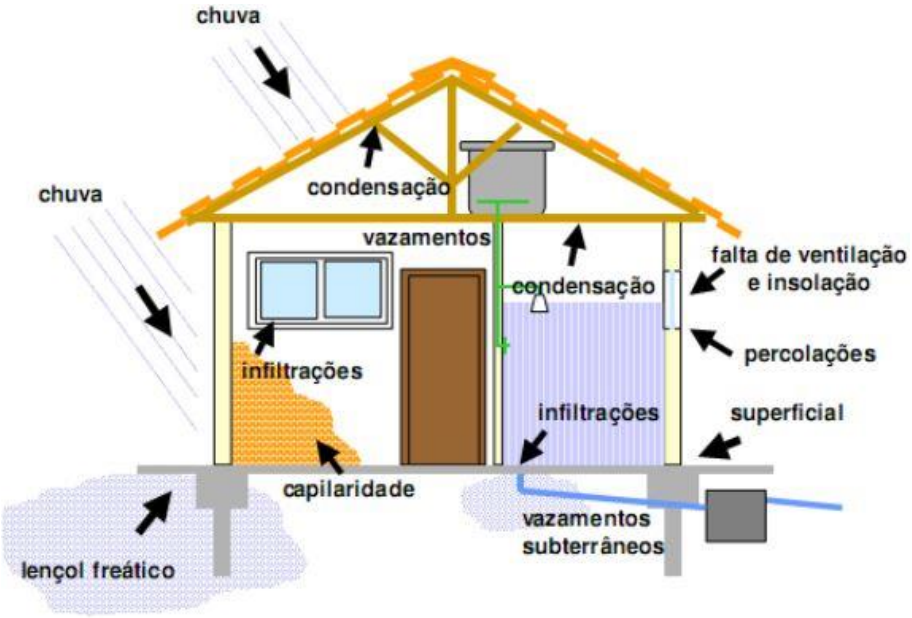
Esse tipo de problema deriva-se do excesso de água ou sem, fazendo com que a intensidade mude, apresentando-se dessa forma, mais comumente, no aspecto de fissuras horizontais nos pilares; fissuras horizontais em lajes; fissuração generalizada em aberturas e os revestimentos também serão afetados pela retração.

2.1.2 Manchas de umidade

Segundo o dicionário online Aurélio (2018), o significado de umidade inclui "qualidade ou estado de umidade; úmido ou um pouco úmido". A água pode ser a grande vilã dos edifícios e a manifestação patológica mais comum. A umidade é um dos problemas mais difíceis de encontrar e resolver, e quando eles aparecem, causam não apenas desconforto no trabalho, mas também afetam a saúde dos usuários. Os pontos úmidos são geralmente uma das patologias mais óbvias nos trabalhos. Esses pontos podem ter aspectos diferentes e podem ser causados por erros no projeto, na execução ou no decorrer de sua vida útil.

Perez (1988) recomenda uma classificação. Há a fase de implementação, em que a umidade existe nos materiais de construção e permanece nesse estado por um intervalo de tempo após o término do trabalho, e diminui gradualmente até desaparecer. Há também a ação capilar do material, em que a absorção de umidade presente no solo ocorre através da fundação, paredes e pisos, portanto, aparece nas paredes e pisos em geral. Além disso, existe a penetração, em que a água da chuva penetra nos elementos externos do edifício. Existe também a condensação, em que é emitida a partir de vapor de água, que condensa no ambiente, como saunas e banheiros. E por fim, há os vazamentos, em que essa umidade provém de possíveis vazamentos em equipamentos de água. Com base na figura 3 será ilustrado o processo mencionado por Perez.

Figura 3: Ocorrências de manchas em uma edificação



Fonte: Pozzobon, 2007 *apud* Barbalho, 2011.

Conforme a figura acima, os problemas de umidade podem se manifestar em diversos elementos das edificações – paredes, pisos, fachadas e elementos de concreto armado. Geralmente eles não estão relacionados a uma única causa, e podem ser decorrentes da chuva, falta de ventilação e insolação, percolação da água, condensação, infiltrações, capilaridade e vazamentos subterrâneos.

2.1.3 Eflorescência

O acúmulo de água nas paredes causa a eflorescência. Segundo Bauer (1997, p. 325), três fatores devem existir concomitantemente para que ocorram as eflorescências, tais quais os sais solúveis existentes nos materiais ou componentes; a presença de água para solubilizá-los e a pressão hidrostática para que a solução migre para a superfície.

Para Cechinel et al. (2007) a água dissolve esses sais encontrados em tijolo, areia, compostos a base de cimento, concreto ou argamassa. Nesse local, a água evapora e o sal sólido em pó é depositado na alvenaria, deixando a parede com uma aparência ruim. Se a eflorescência estiver entre o gesso e a parede, uma rede de capilares começará a se formar, o que gerará mais passagens de água, o que aumentará a repulsão do gesso e poderá cair da parede.

As eflorescências são comuns e sua origem é o acúmulo de manchas esbranquiçadas ou poeira branca em superfícies (como pisos e paredes). As possíveis causas são os sais de cal e cimento que são penetrados pela água. Na ilustração 4, mostra o aspecto dessa manifestação patológica.

Figura 4: Eflorescência

Fonte: Polito (2006, p. 41).

2.1.4 Descolamento da pintura

Em conformidade com Marques (2013), a aplicação de pintura como em todos os processos requer alguns cuidados e deve seguir algumas etapas para um resultado com desempenho satisfatório. É necessário, antes de tudo, efetuar um preparo da base, que consiste numa limpeza e lixação eficiente. Além disso, é de suma importância, ter conhecimento se essa superfície necessita de uma base para pintura, qual material é mais compatível com a mesma, a dosagem correta, tempo de secagem entre uma camada e outra, se necessita de impermeabilizante e qual material é mais indicado conforme exposição da estrutura, entre outros cuidados necessários.

A pintura, de acordo com Sartor (2017), assim como os outros tipos de revestimento, tem como principal função a proteção do substrato, além também de trazer consigo conforto estético. Por se tratar de um procedimento não tão complexo quanto os demais da construção civil, o despreparo e mão de obra não qualificada, acabam por resultar na aplicabilidade dessa película feita de forma incorreta, findando em manifestações patológicas no decorrer do uso. (MARQUES, 2013).

A falta de precaução e preparo para cumprir todas as etapas acima listadas, pode comprometer a aderência da película à sua base, tanto durante o processo como no decorrer do uso da edificação, resultando num descolamento entre superfície e película, advindo da

umidade, presença de sujidades no processo de pintura, ou até mesmo pela falta de manutenção, ocasionando na degradação do material (MARQUES, 2013).

2.1.5 Descolamento de piso cerâmico

O revestimento cerâmico é um dos elementos que compõe as edificações, junto da estrutura, da alvenaria, das instalações hidráulicas e elétricas e outros subsistemas. Trata-se de um conjunto monolítico de camadas aderidas à base (alvenaria ou estrutura), cuja camada exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassa ou material adesivo (MEDEIROS; SABBATINI, 1999, p. 4).

Conforme as condições de exposição, os revestimentos cerâmicos podem ser classificados:

a) de uso externo ou interno;
b) de uso em piso ou parede.

Em qualquer situação, os revestimentos têm funções a desempenhar na medida em que fazem parte de uma edificação. Segundo Sabbatini (1990, p. 6-7), as principais funções dos revestimentos estão:

a) proteger vedações e estrutura contra a ação de agentes agressivos, evitando a degradação precoce das mesmas;
b) aumentar a durabilidade e reduzir os custos de manutenção dos edifícios;
c) auxiliar as vedações em suas funções de: isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e aos gases, segurança contra o fogo;
d) dar acabamento final às edificações, cumprindo funções estéticas, de valorização econômica e as relacionadas com o padrão e o uso do edifício.

Campante e Baía (2003, p. 15) também salientam que o revestimento cerâmico está relacionado a aparência e a estética da edificação. Com isso, é importante que haja harmonia entre materiais e suas características, qualidade na execução do revestimento e capacidade de manutenção da aparência original ao longo de sua vida útil.

2.2 PROFILAXIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Conforme Andrade (2019), as medidas preventivas no campo da engenharia civil são muito importantes para evitar o colapso dos edifícios, uma vez que isto pode causar perdas econômicas significativas e morte. Seguindo esses fatores que serão apresentados abaixo, diminui-se consideravelmente a probabilidade de aparecer possíveis problemas. As principais medidas preventivas para interromper manifestações patológicas incluem:

a) Projeto bem detalhado;
b) Controle Tecnológico dos materiais;
c) Fiscalização diárias nas obras e equipe qualificada;
d) Devidas manutenções preventivas.

2.2.1 Projeto bem detalhado

Um bom projeto não pode ser definido apenas pela qualidade visual. Vários outros aspectos são de suma importância e, também devem ser considerados, tais como a execução no local, a manutenção do sistema e a compatibilidade com outros projetos da mesma obra.

De acordo com o padrão de desempenho da NBR 15575 (ABNT, 2013), além de ser utilizável, o edifício deverá atender também as padronizações de durabilidade do sistema, manutenção e conforto do usuário. Sendo assim, as necessidades dos clientes devem ser avaliadas muito antes de se iniciar todo o processo construtivo. Entretanto, muitas vezes ainda, o trabalho não recebe sua devida valorização por algumas empresas e clientes, conduzindo profissionais a praticar um projeto mal executado, em eventualmente pouco tempo.

Dessa forma, haverá alguns impactos durante o processo de construção, como a incompatibilidade na execução da obra. Desse modo é necessário tomar medidas emergenciais, o que pode resultar em altos custos. Além disso, os custos de manutenção aumentam e a durabilidade diminui.

2.2.2 Controle tecnológico dos materiais

O controle técnico dos materiais é essencial para comprovar o desempenho da estrutura, garantir a vida útil e assegurar os padrões de qualidade estabelecidos pelo projeto e pelas normas técnicas. Através desse controle, é possível prever ou detectar produtos não condizentes e, se necessário, realizar intervenções corretivas na estrutura em questão.

Segundo a NBR 12655 (ABNT, 2015), é fundamental não apenas controlar o concreto, mas também os agregados, a água e os aditivos. De acordo com a NBR 12654 (ABNT, 2000), os controles técnicos devem ser formulados detalhadamente com base no grau de responsabilidade da estrutura, nas condições corrosivas existentes no canteiro de obras e no conhecimento prévio das propriedades do material que podem ser utilizadas para a execução do projeto.

2.2.3 Fiscalização diária nas obras e equipe qualificada

Segundo Queiroz (2001), o controle das obras não constitui uma atividade empírica independente e, quando manifestadas, apenas explora os óbvios pontos críticos da arquitetura. De outro modo, o objetivo desta atividade é precisamente não permitir que pontos chaves apareçam para evitar desvios e distorções dos parâmetros de qualidade estabelecidos no projeto. Portanto, a inspeção é uma atividade em que caso o cumprimento for alcançado, possíveis falhas serão evitadas e raramente ficará algo para ser corrigido.

Os erros durante a fase de construção é um dos principais problemas que acarretam em muitos custos adicionais. Isto está diretamente relacionado à uma equipe despreparada com escassas visitas e monitoramentos do trabalho por gerentes ou técnicos, que a princípio, deveriam ser realizadas periodicamente. Sendo assim, um projeto bem projetado se torna inútil quando a equipe não compreende e executa o projeto devido a suas limitações.

2.2.4 Manutenções preventivas

O sistema de manutenção deve ser projetado de forma a garantir o desempenho da construção, por meio de manutenção preventiva regular, além do monitoramento e planejamento do plano. De acordo com NBR 5674 (ABNT, 2012), a manutenção é descrita como o conjunto de ações realizadas para proteger ou restaurar a funcionalidade do edifício e de seus constituintes, de modo que atenda às necessidades e segurança do usuário.

Ainda conforme a norma, a manutenção do edifício é essencial e deve ser realizada por profissionais qualificados, de acordo com o sistema de manutenção desenvolvido durante a fase de projeto.

2.3 TÉCNICAS DE INVESTIGAÇÃO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

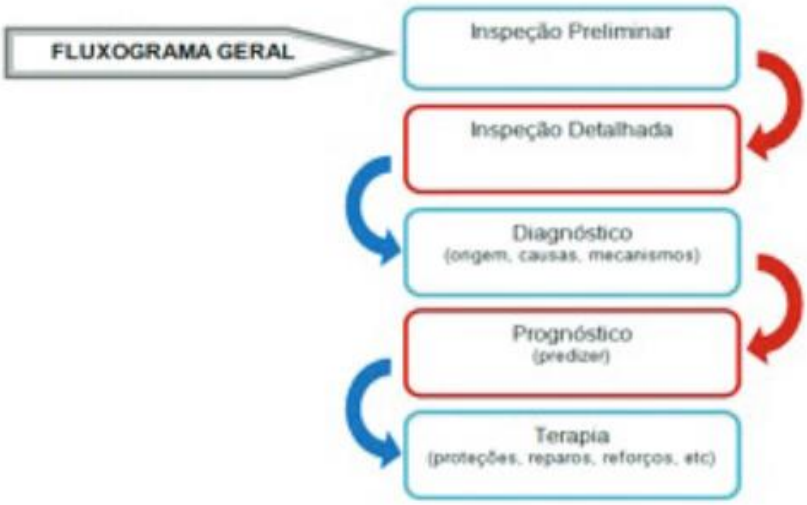
Para diagnosticar corretamente as manifestações patológicas, é necessário primeiro realizar uma inspeção visual para coletar dados a fim de determinar todos os sintomas observados e sua localização e intensidade. Normalmente, para profissionais experientes, a inspeção visual é suficiente para determinar a causa da doença do edifício, mas, por vezes, é necessário realizar testes e análises específicas no projeto para auxiliar no diagnóstico.

Após a obtenção de todos os dados possíveis sobre os sintomas do edifício, inicia-se a fase de estudo desses dados. Nesta etapa, é necessário verificar o impacto de cada informação no comportamento geral do edifício. Para o sucesso desse estágio, além da experiência profissional, também é indispensável um profundo conhecimento teórico dos materiais e do comportamento estrutural.

Após a conclusão da análise dos dados obtidos no local, pode ser enfim estabelecido o mecanismo que gerou as manifestações patológicas no edifício. No entanto, os profissionais também devem apresentar o prognóstico do sistema, explicar as consequências caso as medidas corretivas não forem tomadas para eliminar o problema e indicar as considerações destas propostas terapêuticas na etapa do tratamento a ser realizado.

A Figura 5 fornece uma visão ampliada dos estágios mencionados para lidar com os problemas patológicos de um edifício.

Figura 5: Fluxograma dos passos para interpretar e analisar problemas patológicos nas edificações



Fonte: Andrade (1992).

De acordo com o fluxograma acima, as etapas para chegar em uma análise satisfatória dos resultados consistem na inspeção preliminar, seguida da inspeção detalhada, do diagnóstico, do prognóstico, e finalmente a terapia.

2.3.1 Inspeção Preliminar

Para Andrade (1992), o estágio inicial de inspeção inclui análise visual e histórico da arquitetura para determinar se a estrutura precisa de intervenção imediata. Durante a inspeção preliminar, as possíveis consequências dos danos são estimadas e medidas de emergência são tomadas, se necessário, como parte de suporte ou em toda a estrutura.

Com base nas informações obtidas nesta etapa, é possível determinar a natureza e a origem do problema e usá-lo como base para pesquisas mais detalhadas, se necessário.

2.3.1.1 Ficha de avaliação de antecedentes da estrutura e do meio ambiente

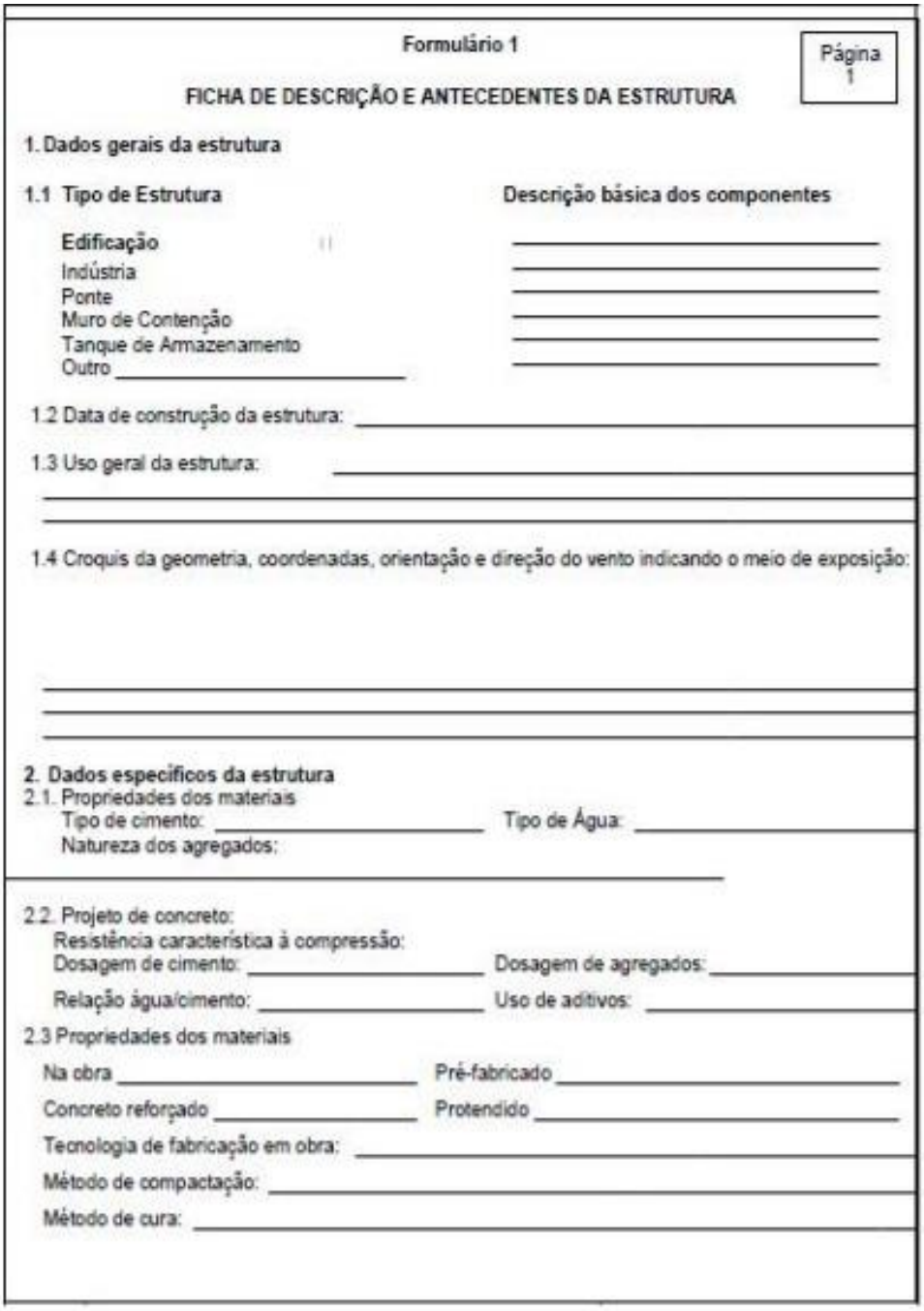
Quanto a avaliação do meio, Granato (2002) enfatiza uma importante questão na obra Patologia das construções:

> As pessoas devem buscar o máximo de informações possíveis sobre a estrutura, como vida útil, natureza e fonte dos materiais constituintes do concreto, dosagem e resistência característica do concreto, qualidade e características da estrutura, onde ocorreu o problema, idade, diagnóstico e reparo anteriores, nível de estresse no trabalho da estrutura, possíveis alterações no uso da estrutura e outros fatores.

Ainda segundo Granato (2002), os inspetores devem coletar informações para caracterizar a agressividade do ambiente em que o edifício está localizado. A forma de interação entre o ambiente e a estrutura afetada deve ser apontada. Dessa maneira, isto auxiliará o avaliador a estabelecer alguns critérios na determinação e identificação do problema.

Nas figuras 6 e 7 a seguir, são ilustradas uma ficha contendo informações a serem preenchidas, a fim de avaliar as condições da estrutura em estudo.

Figura 6: Formulário utilizado para avaliar a estrutura de concreto



Formulário 1

Página 1

FICHA DE DESCRIÇÃO E ANTECEDENTES DA ESTRUTURA

1. Dados gerais da estrutura

1.1 Tipo de Estrutura — Descrição básica dos componentes

Edificação
Indústria
Ponte
Muro de Contenção
Tanque de Armazenamento
Outro _____

1.2 Data de construção da estrutura: _____

1.3 Uso geral da estrutura: _____

1.4 Croquis da geometria, coordenadas, orientação e direção do vento indicando o meio de exposição:

2. Dados específicos da estrutura

2.1. Propriedades dos materiais
Tipo de cimento: _____ Tipo de Água: _____
Natureza dos agregados: _____

2.2. Projeto de concreto:
Resistência característica à compressão:
Dosagem de cimento: _____ Dosagem de agregados: _____
Relação água/cimento: _____ Uso de aditivos: _____

2.3 Propriedades dos materiais
Na obra _____ Pré-fabricado _____
Concreto reforçado _____ Protendido _____
Tecnologia de fabricação em obra: _____
Método de compactação: _____
Método de cura: _____

Fonte: Red Durar (1997)

Figura 7: Formulário utilizado para avaliar a estrutura de concreto

FICHA DE DESCRIÇÃO E ANTECEDENTES DA ESTRUTURA

Página 2

3. Histórico de Vida em Serviço da Estrutura

3.1 Data início de utilização: _____

3.2 Resistência do concreto à compressão na obra: _____

3.3 Anomalias observadas durante a construção: _____

3.3 Anomalias anteriormente detectadas:

3.4 Ensaios e manutenção.

Resultados da prova de carga: _____

Inspeções rotineiras: _____

Ensaios específicos: _____

Tipos de manutenção: _____

4. Reparações.

5. Informação adicional.

Data: _____ Elaborado por: _____

Fonte: Red Durar (1997)

Na figura 8 abaixo, consta um formulário com o objetivo de averiguar as condições ambientais existentes em contato com a estrutura.

Figura 8: Formulário utilizado para avaliar as condições do meio em que a estrutura está exposta

Formulário 2

FICHA DE DESCRIÇÃO DO MEIO

1. Agentes físico-químicos em contato com a estrutura.

❑ Atmosfera	❑ Água		❑ Solo	❑ Outro meio
❑ rural	❑ natural	❑ doce ❑ salobra	❑ natural	❑ alta temperatura
❑ urbana	❑ doméstica	❑ potável ❑ residual	❑ aterro	❑ agentes químicos
❑ marinha	❑ industrial			❑ correntes de interferência
❑ industrial				❑ atmosfera específica

2. Propriedades físicas e químicas do meio

❑ Atmosfera*	❑ Água	❑ Solo
❑ umidade relativa: _____ ❑ temperatura: _____ ❑ regime de ventos: _____	❑ cloretos: _____ ❑ sulfatos: _____ ❑ pH: _____ ❑ temperatura: _____	❑ cloretos: _____ ❑ sulfatos: _____ ❑ pH: _____ ❑ potencial redox: _____
		❑ resistividade elétrica: _____
		❑ umidade: _____
		❑ nível freático:

* Se for possível, obter dados meteorológicos médios

Fonte: Red Durar (1997)

2.3.1.2 Exame Visual Geral da Estrutura

Através deste processo, pode-se determinar se é um problema isolado ou uma causa local. Os elementos devem ser inspecionados de maneira diferente, registrando sinais óbvios de

corrosão (as manchas, o grau, a degradação etc.), rachaduras (a localização, a direção, o tamanho etc.), reforço com / sem área de separação de concreto exposta, degradação do concreto e outras anormalidades.

Segundo Broomfiled (1997), uma inspeção visual deve ser realizada antes de avaliar a estrutura através de testes. Essa inspeção visual pode ser gravada com fotos e mapas de trincas para indicar a extensão e abertura delas (por medidor de fibra óptica). Nesse momento, a ausculta também pode ser usada, o que envolve tocar alguns pontos de som com um martelo para verificar se há barulhos diferentes.

Correia (2013) classifica a inspeção visual, que é dividida em quatro níveis de gravidade, de acordo com o estado da estrutura analisada (Figura 9):

Figura 9: Critério para classificação de manifestações patológicas

NÍVEL SATISFATÓRIO	Sem manifestações patológicas
NÍVEL TOLERÁVEL	Pequenas manifestações patológicas
NÍVEL ALERTA	Desagregação por ataque químico Mancha de corrosão de armadura Destacamento localizado no elemento Exposição da armadura localizada no elemento
NÍVEL CRÍTICO	Fissuração excessiva Destacamento generalizado no elemento Exposição da armadura generalizada no elemento Redução secção da armadura

Fonte: Correia (2013)

2.3.2 Inspeção detalhada

Segundo Helene (1993), após a inspeção inicial, pode ser necessário um estudo mais cuidadoso da estrutura. Isso dependerá da natureza da anomalia apresentada e da experiência do analista. Recomenda-se abordar os seguintes problemas em uma investigação mais detalhada: tabelas, esboços e planos de avaliação de danos; planos de amostras; tabelas de classificação de danos; técnicas apropriadas de teste / medição / análise; áreas onde o teste deve ser realizado; planos de material e equipamento.

Segundo Andrade e Andrea (2001), uma vez conhecida a estrutura, as manifestações patológicas podem ser destacadas por meio de inspeções e testes para orientar a causa e a raiz do problema. Por exemplo: distinguir áreas com diferentes estruturas e requisitos mecânicos; identificar as características originais da estrutura; distinguir diferentes áreas e adotar diferentes métodos de ataque; determinar o grau de degradação da estrutura ou de seus elementos.

É essencial também definir a tecnologia e área para teste, a medição e análise; planejar o uso de materiais e equipamentos e o plano detalhado de execução da inspeção. Testes no local e laboratoriais devem ser realizados com base nos sintomas encontrados na inspeção visual, a fim de buscar informações objetivas e detalhadas para confirmar o diagnóstico da origem do problema.

Segundo Souza e Ripper (1998), os seguintes testes devem ser realizados adequadamente:

a) No concreto: avaliar a resistividade; a dureza da superfície da estrutura que é submetida ao método da esclerometria; a velocidade de propagação das ondas ultrassônicas; a resistência à compressão da profundidade de penetração do cloreto na carbonatação e a porosidade.
b) Na armadura: determinar a posição e a espessura do cobrimento pelo método do medidor de raio; avaliar também a perda de diâmetro e seu limite elástico; medir o potencial de corrosão e a taxa de corrosão.

O resultado esperado no final da fase detalhada de inspeção e diagnóstico é um relatório que contém os resultados dos testes realizados, a definição da causa raiz do problema e as medidas necessárias de recuperação ou aprimoramento. O nível de detalhe deve garantir que o serviço possa ser executado conforme o planejamento da próxima etapa.

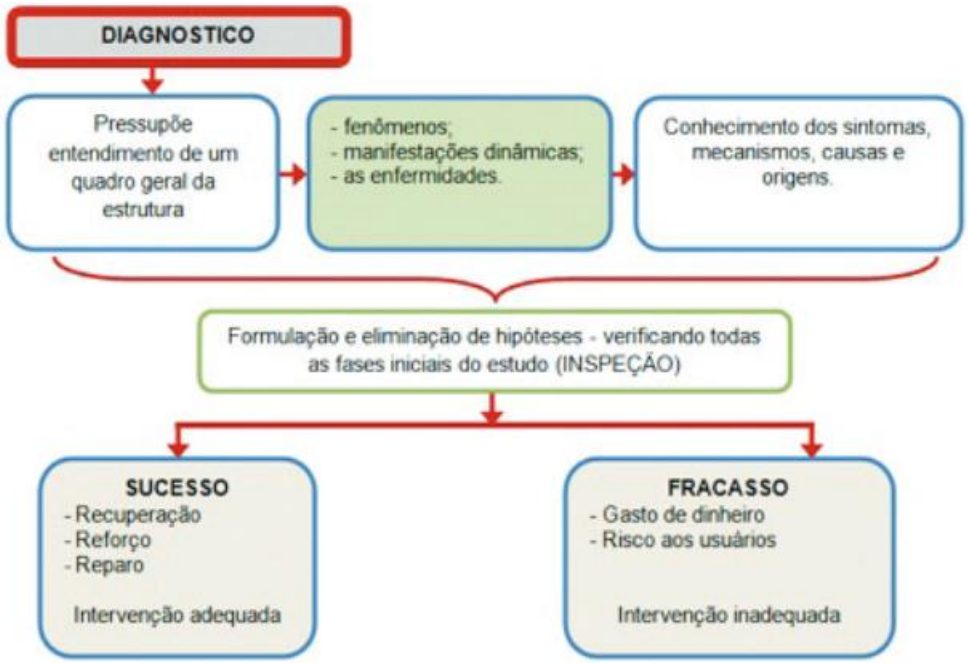
2.3.3 Diagnóstico

Segundo Helene (1993), diagnóstico é a identificação e descrição dos mecanismos, origens e causas da patologia encontrada em estruturas ou elementos estruturais. Os achados patológicos podem ser devidos a sintomas externos óbvios ou a inspeção cuidadosa durante os procedimentos de manutenção de rotina. A fase de coleta de dados é muito importante, pois esta etapa fornecerá os subsídios necessários para que a análise possa ser concluída perfeitamente.

É importante examinar cuidadosamente a patologia e suas possíveis causas, pois se o diagnóstico falhar, a correção será ineficaz. Patologia pode ser o resultado de mais de uma deficiência. Portanto, para que medidas corretivas sejam efetivas, todas as causas devem ser corrigidas (ANDRADE; SILVA, 2005)

Nesta fase, cada subsídio será explicado e um quadro cronológico será gradualmente formado para entender como a estrutura funciona, como é construída, como reage à agentes agressivos, como e por que os problemas surgem etc. Todos esses dados geram diretrizes e orientações para a busca de informações. O patologista pode aplicar o conceito de probabilidade à formulação do diagnóstico, visando obter a possibilidade de ocorrência de cada hipótese com base na tabela de sintomas que conhece, como mostra na figura 10.

Figura 10: Esboço das etapas e da importância de um diagnóstico nas estruturas com manifestações patológicas



Fonte: Red Durar (1997).

2.3.4 Prognóstico

Após a confirmação do diagnóstico da doença, é definido o comportamento a ser seguido, ou seja, escolher as medidas a serem tomadas para o caso. Contudo, antes de tomar qualquer medida, é necessário investigar o possível desenvolvimento do problema, ou melhor, o prognóstico do caso.

Para preparar o prognóstico, os técnicos analisarão e estudarão o problema com base em determinados parâmetros ao longo do tempo para obter possíveis alternativas para o

desenvolvimento da falha. Alguns parâmetros a serem considerados são a imagem da evolução natural do problema; as condições de exposição do edifício; o tipo de terreno em que está localizado; e o tipo de problema.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

O objeto de estudo consiste numa pesquisa de campo com abordagem quantitativa-descritiva que visa a exibição detalhada do problema em dados numéricos, podendo ser usados desde testes estatísticos a avaliações subjetivas com escalonamento quantitativo.

3.2 AMOSTRAGEM DO ESTUDO

A pesquisa em questão foi elaborada com base nos problemas encontrados em duas edificações verticais localizadas na cidade de Braço do Norte/SC. Geralmente, a identificação do problema é realizada primeiramente pelo proprietário da unidade habitacional, que observando qualquer manifestação patológica, entra em contato com a equipe técnica. Neste caso propriamente dito, a comunicação partiu do próprio pesquisador, uma vez que os espaços denotavam uma necessidade de investigação, o que as tornou então, amostras selecionadas para o caso.

3.3 COLETA DE DADOS

Os locais determinados para o desenvolvimento do estudo são a base da constatação das manifestações patológicas. De início, assim que é identificado ou obtido a notificação da ocorrência da patologia, é agendada e efetuada uma visita ao local, seguida de uma observação criteriosa e detalhada na estrutura física dos espaços estabelecidos, identificando quaisquer alterações que fujam do padrão limite de uma construção. São registrados todos os problemas patológicos encontrados por meio de levantamentos fotográficos e descritivos, investigando a posteriori, as causas, mecanismos de ocorrências e origens destes.

3.4 MATERIAIS UTILIZADOS

Para fazer a inspeção e a coleta de dados foram dispostos dos seguintes materiais:

a) Equipamento digital para registro fotográfico;
b) Trena;
c) Lápis;
d) Prancheta;

3.5 SISTEMATIZAÇÃO DA PESQUISA

Antes da coleta de dados propriamente dita, foi realizado uma busca em livros, artigos, dissertações, revistas e diferentes publicações, onde contavam com referências consagradas na área da engenharia civil sempre associadas ao cotidiano, possibilitando assim, correlacioná-las com os problemas patológicos coletados por meio da pesquisa bibliográfica apresentada anteriormente. A busca por um referencial teórico é a base para qualquer pesquisa, que servirá como contribuição e esclarecerá com maior transparência ao leitor de que forma o estudo será direcionado, a fim de promover as respostas corretas e as soluções para os problemas encontrados.

Lopes (1990, p.11) já salientava a sua importância esclarecendo que “a partir do referencial teórico, e com o apoio em métodos e técnicas de pesquisa, a atividade científica não só se organiza como também alcança seus objetivos”.

Com base no embasamento teórico e nos dados obtidos através da observação dos edifícios, foram feitos o agrupamento e a organização destas informações para uma melhor análise. Em seguida, evidenciou-se os problemas patológicos com maiores ocorrências em cada edificação e efetuou-se a criação de um gráfico indicando a incidência dos sintomas encontrados em relação as suas origens.

Após a realização de um estudo minucioso, foram também apresentados as causas e os diagnósticos de cada situação, a fim de explicar as várias razões de fenômenos específicos e, junto a elas, foi indicado uma classificação de gravidade para as edificações analisadas.

Partindo para a assistência técnica e a terapêutica adequada, esta última etapa propôs melhorias para as duas construções a fim de solucionar os problemas encontrados. As variáveis quantitativas utilizadas foram descritas com medidas de tendência central.

O método de pesquisa deste presente trabalho seguiu, portanto, esta linha de raciocínio, com a finalidade de atingir os objetivos específicos deste estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos no levantamento de manifestações patológicas incidentes em edificações verticais localizadas em Braço do Norte/SC. Em seguida, com o grupo de dados investigados, procurou-se detectar a causa, o mecanismo de ocorrência e a origem de tais manifestações patológicas. Analisando as possíveis falhas em projetos, materiais utilizados, execução ou manutenção das estruturas. Desta forma, foi possível propor métodos de reparo para os problemas identificados.

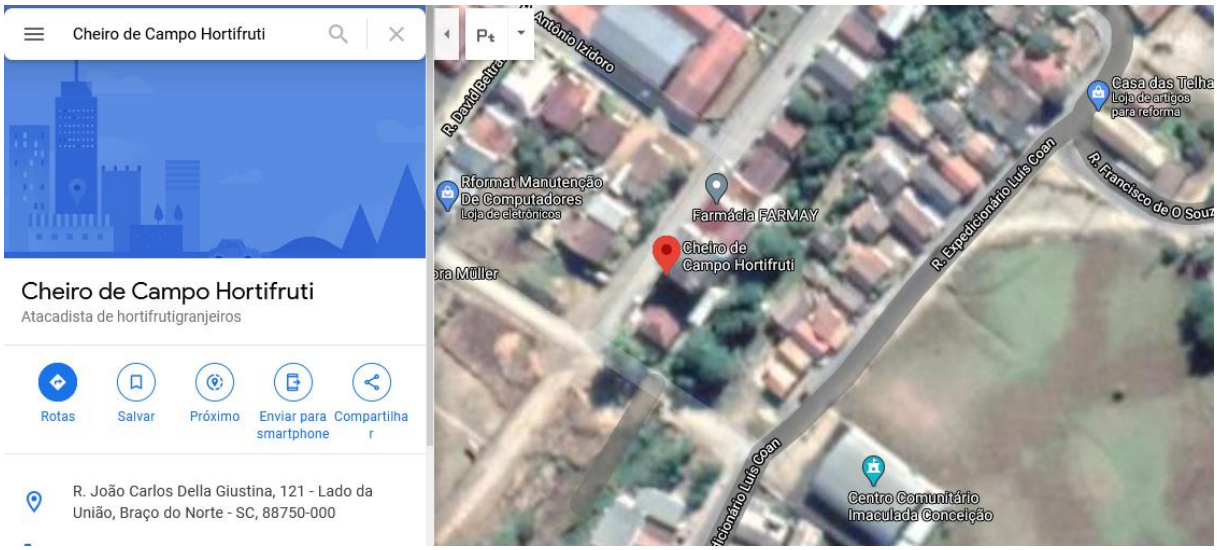
4.1 DESCRIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DAS EDIFICICAÇÕES

A pesquisa de campo foi realizada no município de Braço do Norte, localizado na região sul de Santa Catarina. Foram visitadas 2 edificações verticais para a realização do estudo apresentado no trabalho.

Edificação A: Localização: Rua João Carlos Della Giustina, 121 – Bairro: Lado da União, Braço do Norte. **Ano de construção:** 1998. **Área total da edificação:** 692,57 m². Contém: 2 apartamentos, sendo 1 apartamento por pavimento, e 1 apartamento no subsolo. **Área sala comercial e mezanino:** 202,08 m².

Nas figuras 11 e 12 abaixo, é possível visualizar a edificação em questão.

Figura 11: Localização da edificação vertical A



Fonte: Google Maps (2020)

Figura 12: Vista frontal da edificação A investigada

Fonte: Autor (2020)

Edificação B: Localização: Rua Jacó Batista Uliano nº 1319 – Centro – Braço do Norte. **Ano de construção:** 1993. **Área total da edificação:** 1595,17 m². Contém 7 pavimentos, são 14 unidades residenciais e 1 unidade comercial. Nas figuras 13 e 14 abaixo, é possível visualizar a edificação B em questão.

Figura 13: Localização da edificação vertical B

Fonte: Google Maps (2020)

Figura 14: Edificação B investigada

Fonte: Autor (2020)

4.2 PROBLEMAS PATOLÓGICOS IDENTIFICADOS

Neste tópico, serão apresentadas as manifestações patológicas identificadas nas edificações A e B, que conterá as especificações e diferenças entre os tipos de patologias encontradas, bem como suas causas, origens, mecanismo de ocorrência e reparos.

4.2.1 Manifestações Patológicas causadas por manchas de umidade, bolor ou mofo e eflorescência

Conforme as figuras 15 e 16, as edificações apresentaram manifestações patológicas causadas por manchas de mofo (fungos) e eflorescência respectivamente.

Figura 15: Manchas de umidade causada pela água da chuva

Fonte: Autor (2020)

Causa: Falta de manutenção ou problemas com pingadeiras.

Origem: Projeto e Execução. No projeto, a impermeabilização pode não ter sido especificada no mesmo. Já na execução, a impermeabilização no local pode ter sido realizada incorretamente.

Mecanismo de ocorrência: Infiltração de água decorrente da ausência ou impermeabilização malfeita.

Reparo: Para fazer o reparo para este tipo de mancha, primeiro deve-se retirar todo o mofo existente nas áreas afetadas para em seguida, executar uma limpeza com uso de produtos químicos fazendo com que se extermine qualquer tipo de fungo que possa ocasionar a manifestação patológica novamente. Após limpeza, essas áreas deverão ser impermeabilizadas.

Figura 16: Manchas causadas por eflorescência

Fonte: Autor (2020)

Causa: Materiais à base de cimento, os sais, e infiltração.

Origem: Na execução, ou seja, não houve os devidos cuidados, e o fluxo de água existente na parede, levou ao surgimento da eflorescência.

Mecanismo de ocorrência: O fluxo de água nas paredes causa a eflorescência. A cal livre presente no concreto entra em contato com a água, devido à porosidade de determinado local, ocorrendo a dissolução da mesma. Então, a solução migra para superfície e com a evaporação da água resulta na formação desses depósitos salinos esbranquiçados.

Reparo: Primeiramente, deve ser eliminado o agente causador da infiltração de água, neste caso a porosidade presente no concreto. Após a eliminação da mesma, remove-se a

eflorescência do local com o uso de argamassa sobre local afetado. O procedimento para o desaparecimento desse tipo de manifestação resulta em uma boa escovação e limpeza para retirada dos depósitos salinos.

4.2.2 Manifestações patológicas causadas na pintura

De acordo com a figura 17 a seguir, é possível observar os problemas de pinturas causados nas paredes durante a visita dos espaços escolhidos como objeto de estudo.

Figura 17: Descolamento de pintura

Fonte: Autor (2020)

Causa: Ausência de manutenção, presença de umidade por falta de impermeabilização, perda de aderência, mal preparo da base, incompatibilidade entre materiais.

Origem: Na execução, devido ao aparecimento de infiltração no local.

Mecanismo de ocorrência: Não houve impermeabilização em razão da base estar em um local exposto a umidade.

Reparo: Com a utilização de lixas, retira-se toda camada da pintura e em seguida, é verificado as condições para vedação. Caso haja fissurações no local, as mesmas devem ser

corrigidas e a base deve ser limpada. Por fim, realizar um novo preparo da base, e aplicar a pintura novamente.

4.2.3 Manifestações patológicas causadas por fissuras

As figuras 18 e 19 a seguir, foram as coletadas para servir de ilustração quanto a aparição de fissuras por movimentações higroscópicas e por sobrecarga respectivamente no local.

4.2.3.1 Fissuras por movimentações higroscópicas

Figura 18: Fissuras por movimentação higroscópica

Fonte: Autor (2020)

Causa: Presença de umidade no interior do reboco por ausência de impermeabilização.

Origem: No projeto, pois as especificações sobre a necessidade de impermeabilizar o local podem não ter sido constadas.

Mecanismo de ocorrência: A ausência de impermeabilização ligada com a ação de chuvas e demais intempéries, resultou na penetração de umidade na estrutura, de forma que

essa troca de energia, advinda do processo de umidade e secagem, em conjunto com as movimentações térmicas sofridas pelo reboco, proporcionaram o surgimento de microfissuras na argamassa, facilitando ainda mais a infiltração de água e resultando em fissuras aparentes no reboco.

Reparo: Recomenda-se a utilização de bandagens. Para isso, coloca-se a bandagem de modo uniforme por toda a extensão onde consta a fissura e, em seguida, realiza todo o processo de reboco, finalizando com a impermeabilização da estrutura.

4.2.3.2 Fissuras por sobrecargas

Figura 19: Fissuras causadas por sobrecargas

Fonte: Autor (2020)

Causa: Excesso de cargas atuantes não calculadas, e ausência de manutenções necessárias.

Origem: Projeto, execução, bem como mal-uso da estrutura.

Mecanismo de ocorrência: Falta de especificações no projeto, cálculo das forças atuantes ineficaz, no que gera um dimensionamento inadequado da estrutura em fase de execução, onde facilita-se que a ação dos esforços sobre a estrutura seja superior do que a suportada, gerando assim o aparecimento dessas fissurações.

Reparo: No caso de fissurações por sobrecarga, é recomendado contatar um profissional para fazer o dimensionamento da estrutura novamente e avaliar os danos, até que o problema seja solucionado.

4.2.4 Manifestações patológicas causadas no revestimento

De acordo com a figura 20, é possível perceber que a edificação apresenta indícios de manifestações causadas no revestimento cerâmico.

4.2.4.1 Descolamento dos pisos cerâmicos

Figura 20: Fissuras causadas no revestimento cerâmico

Fonte: Autor (2020)

Causa: Aplicação de argamassa na peça cerâmica de forma incorreta e perda de aderência causada por infiltração.

Origem: Na execução, uma vez que a presença de umidade ou infiltração somado a aplicação de argamassa no revestimento cerâmico resultou em falta de aderência entre o local e a peça.

Mecanismo de ocorrência: Perda de aderência entre a peça cerâmica e o material aplicado, produzindo uma tensão no piso entre sua liga e a base, ocasionando assim, o descolamento do mesmo.

Reparo: Primeiramente, é feito uma inspeção a fim de verificar quais peças estão favoráveis ao descolamento. Em seguida, são retirados os pisos cerâmicos com defeito e executado uma limpeza no local para, finalmente, reaplicar as peças cerâmicas com a argamassa.

4.3 ANÁLISE GERAL DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS ENCONTRADOS NAS EDIFICAÇÕES

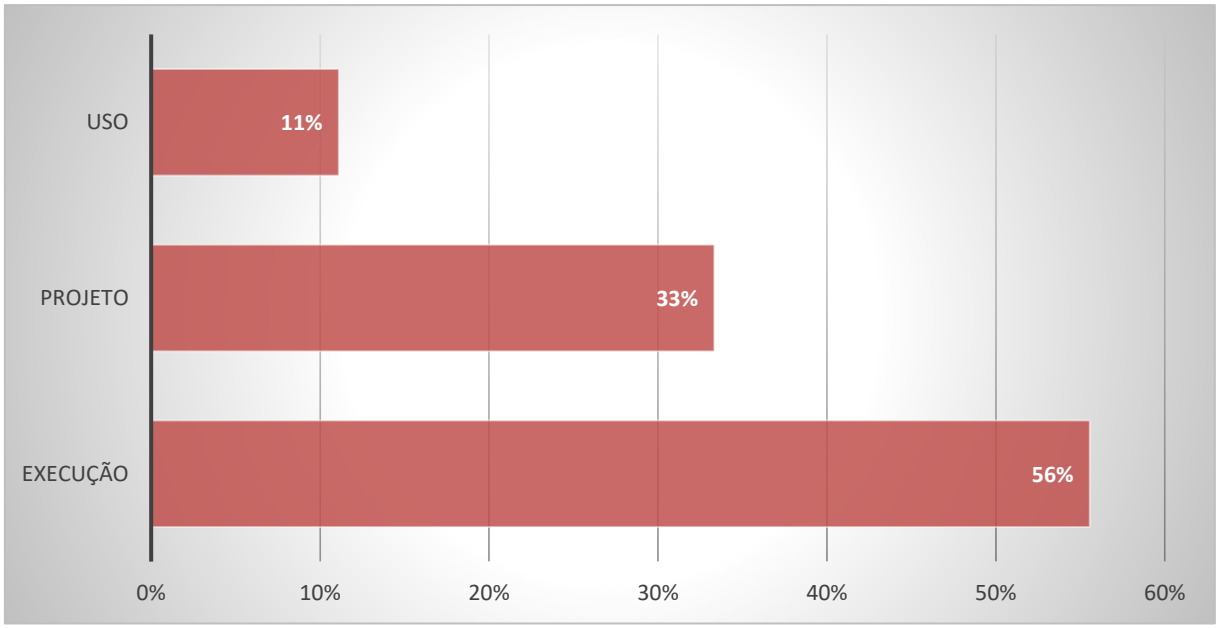
O estudo teve como objetivo a análise de duas edificações verticais. Levando em consideração que cada uma delas foram construídas há mais de 20 anos, percebeu-se que as suas estruturas apresentam estabilidades aceitáveis, visando que a maioria dos danos causados, podem ser solucionados de forma habitual e sem grandes dificuldades. Sendo assim, com base na classificação de manifestações patológicos proposto por Correia (2013), o nível de gravidade, de acordo com o estado das estruturas analisadas, encontra-se tolerável.

Acredita-se que os métodos e técnicas empregados na época, tal qual, a mão de obra desatualizada, tiveram uma influência importante nos problemas encontrados.

Conforme a Figura 21 abaixo, é possível perceber a principal origem destas falhas, a qual está no processo de execução, contabilizando 56%.

ORIGEM DOS PROBLEMAS	**TOTAL DE PROBLEMAS**	**(%) PROBLEMAS**
EXECUÇÃO	5	56%
PROJETO	3	36%
USO DA EDIFICAÇÃO	1	11%
TOTAL	9	100%

Figura 21: Incidência de problemas que ocorrem em relação a origem



Fonte: Autor (2020).

5 CONCLUSÃO

No momento em que se iniciou o presente trabalho de pesquisa constatou-se que havia um aumento de obras com reduzidas supervisões de qualidade, o que propiciava construções mal elaboradas e consequentemente, colapsos no sistema da Construção Civil. Em razão disso, observou-se a necessidade de investigação da incidência de manifestações patológicas em edificações.

Assim sendo, a pesquisa teve como objetivo geral realizar o levantamento de todos os sintomas patológicos encontrados em duas edificações residenciais em Braço do Norte/SC, a fim de propor soluções viáveis para sanar tais manifestações. Consta-se que este propósito foi atendido, uma vez que o estudo conseguiu identificar efetivamente de forma extensa as origens, causas e mecanismos de ocorrência das patologias encontradas, bem como as resoluções para tal.

Unido a isto, os objetivos específicos do projeto abrigavam identificar as principais manifestações patológicas, realizar o diagnóstico, confrontar as informações colhidas entre as duas propriedades, e encontrar soluções viáveis para a correção das mesmas. Logo, o plano foi alcançado, sendo atingido por meio do embasamento teórico e da experiência prática durante a visita aos locais, em que a coleta e análise de dados foram efetivadas sem quaisquer impasses, concedendo os diagnósticos e as perspectivas de reparos.

A princípio, a pesquisa partiu da hipótese de que os objetos de estudo careciam de manutenções, e essa foi atestada e confirmada durante o decorrer do trabalho em que se descobriu que a maioria das manifestações patológicas encontradas surgiam pela falha no projeto, execução, e conservação da estrutura.

Desse modo, a realização do estudo, baseou-se no método de inspeção visual de duas edificações verticais localizadas em Braço do Norte/SC, na coleta de dados através das visitas técnicas ao local, nos registros fotográficos, nas entrevistas com os usuários das edificações e na pesquisa bibliográfica, em que foram encontradas várias concepções significativas que se referiam aos distúrbios patológicos semelhantes à esta coleta, ao qual foi de extrema importância para atingir o diagnóstico dos problemas identificados.

Diante da metodologia proposta, o estudo deparou-se com limitações na fase de coleta de dados, em que a comunicação entre o pesquisador e o proprietário das unidades habitacionais dispuseram de horários incompatíveis entre si, em que ocasionou atraso na coleta, contudo, esta circunstância não dificultou no avanço da pesquisa.

Com fundamento no que foi exposto ao decorrer deste estudo, pode se concluir que os problemas patológicos mais incidentes nas edificações foram a presença de manchas de umidade, eflorescência, fissuras de diversas classes, descolamento de revestimento cerâmico e de tintas. Tais problemas, trazem além de uma estética hedionda, prejuízos que afetam no desempenho da estrutura. De acordo com os critérios de classificação de manifestações patológicas proposto por Correia (2013), foi possível inferir que as edificações analisadas se enquadravam no nível tolerável de gravidade. Dessa maneira, pode-se consumar que as tais manifestações patológicas poderiam ser impedidas caso houvesse precauções maiores nas fases de elaboração e especificações de projeto, no controle de qualidade e nas suas devidas manutenções preventivas, evitando gastos desnecessários com a necessidade de trabalhos de recuperação ou reforço das estruturas.

Por fim, este presente trabalho teve como intuito fornecer informações que auxiliassem no processo evolutivo da qualidade das construções de concreto armado. Como continuidade a esta pesquisa, sugere-se para os futuros estudos relacionados ao tema de manifestações patológicas a abordagem de conteúdos com foco em custo-benefício para as estruturas analisadas, a fim de propor um projeto orçamentário acessível para os usuários.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.; ANDREA, R. **La resistividad eléctrica como parámetro de control del hormigón y de su durabilidad**. 2009.

ANDRADE, Carmen. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**. São Paulo: Pini, 1992.

ANDRADE, Erika Bressan Botelho de. Principais manifestações patológicas encontradas em uma edificação. **Brasil Escola**: Engenharia. Disponível em: https://monografias.brasilescola.uol.com.br/engenharia/principais-manifestacoes-patologicas-encontradas-em-uma-edificacao.htm. Acesso em: 15 jul. 2020.

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). Concreto: ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: IBRACON, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12654***:* Controle tecnológico de materiais componentes do concreto - Procedimento, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12655**: Concreto de cimento Portland: Preparo, controle e recebimento - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho, Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5674***:* Manutenção de edificações: Requisitos para o sistema de gestão da manutenção, 2012.

AURÉLIO, Dicionário. **Umidade**. 12 maio 2018. Disponível em: https://dicionariodoaurelio.com/umidade. Acesso em: 1 jun. 2020.

BAUER, Roberto José Falcão. Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2. 1997, Salvador. **Anais eletrônicos**. Disponível em: https://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/69-patologia-em-revestimento-de-argamassa-inorganica. Acesso em: 15 jun. 2020

BROOMFIELD, J. P. **Corrosion on Steel in Concrete**, 1. ed. Londres: E. & Fn Spon, 1997.

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.** São Paulo: USP, 2001. Boletim técnico n. 301. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT301-%20Campante.PDF>. Acesso em: 30 out. 2020

CAPELLO, A. et al. **Patologia das fundações.** 2010. 115f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Faculdade Anhanguera de Jundiaí, Jundiaí, 2010.

CECHINEL, Bruna Moro et al. Infiltração em alvenaria: estudo de caso em edifício na grande Florianópolis. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 18-24, 2007. Disponível em: http://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/publicacoes/article/view/70/34. Acesso em: 20 ago. 2020

CORREIA, Marcelo. Manifestações patológicas na construção: Implantação de programas de manutenção preventiva e corretiva em estruturas de concreto armado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS, 9., 2013, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: 2013.

CORSINI, Rodnei. Trinca ou Fissura?: Como se originam, quais os tipos, as causas e as técnicas mais recomendadas de recuperação de fissuras. **Revista Téchne**, São Paulo, ed. 160, jul. 2010. Disponível em: http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx. Acesso em: 1 jun. 2020.

FILHO, V. M. DOS S.; SPOSTO, R. M.; MELO, J. S. DE. Ferramenta para projetos de vedações verticais externas com base nas exigências da norma de desempenho. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 8, n. 3, p. 51-62, jun. 2014.

GRANATO, J. E. **Apostila**: Patologia das construções. São Paulo, 2002.

HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Contribuição ao estudo da corrosão em estruturas de concreto armado**. 1993. Universidade de São Paulo, São Paulo,1993.

HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Corrosão em armaduras para concreto armado**. São Paulo: Pini, 1986, p. 30.

HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Manual para reparo, reforço e proteção de estrutura de concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1992

IANTAS, Lauren Cristina. **Estudo de caso**: análise de patologias estruturais em edificações de gestão pública. 2010. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MARQUES, Francisco Pedro Ferreira Maria.**Tecnologias de aplicação de pinturas e patologias em paredes de alvenaria e elementos de betão**.2013. 113 f. Dissertação (Mestrado) -Curso de Engenharia Civil, Técnico Lisboa, Lisboa, 2013. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395145483178/Disserta%E7%E3o.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifício**s. São Paulo: USP, 1999. Boletim técnico n. 246. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BT246.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020

LAPA, José Silva. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. 2008. 56 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008

MUCI, Daniel Wallace Silva; NETTO, José Ricarto Bezerra; SILVA, Rodrigo de Almeida. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação**: avaliação da capacidade de deformação. 2013. 37 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

OLIVEIRA, Alexandre Magno de. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. 2012. 96 f. Monografia (Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

PEREZ, A. R. Umidade nas Edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas. **Tecnologia de Edificações**, São Paulo, n. 2, p. 35-42, ago. 1985.

QUEIROZ, Mario Nalon De. **Programação e controle de Obras**. 2001. Monografia (Faculdade de Engenharia e Departamento de Construção Civil) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2001.

RED DURAR, Cyted D. **Manual de Inspección, Evaluación y Diagnóstico de Corrosión en Estructuras de Hormigón Armado**. Ibero-America, Cyted, Red Durar, Red Temática XV.B **Durabilidad de la Armadura**, Abr. 1997. p. 205. ISBN 980-296-541-3.

SABBATINI, F. H. **Tecnologia de execução de revestimentos de argamassas.** In: SIMPÓSIO DE APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA DO CONCRETO, 13., 1990, Campinas. Campinas: Concrelix, 1990.

SARTOR, Andressa Schittler. **IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS INTERNAS DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL DO MUNICÍPO DE ALEGRETE/RS.**2017. 64 f. TCC (Graduação) -Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2017. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/1945/1/ANDRESSA%20SCHITTLER%20SARTOR%20-%202017.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020

SITTER, Wolter Reinold. Cost for service optimization the “Law of Fives”. In: CEB-RILEM Workshop on Durability of Concrete Structures, May. 1983, Copenhagen, Denmark. **Comité Euro International du Béton**. Copenhagen: v. 152, 1984. p.131 -134.

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

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios**: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini, 1989.

VIEIRA, Matheus Assis. Patologias construtivas: conceito, origens e métodos de tratamento. **Revista Especialize On-line IPOG**, Uberlândia, v.1, n.12, dez. 2016. Disponível em: https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=matheus-assis-vieira...pdf. Acesso em: 1 jun. 2020.

VITÓRIO, Afonso. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**. 2003. 58 f. Monografia (Especialização em Estruturas) - Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia, Recife, 2003.