

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ANA JÚLIA ALMEIDA DE SOUZA

MAYARA MOREIRA DE MELO

**PATOLOGIAS DE INFILTRAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
ORIGEM, CLASSIFICAÇÃO E PREVENÇÃO**

ANÁPOLIS / GO

2021

**ANA JÚLIA ALMEIDA DE SOUZA
MAYARA MOREIRA DE MELO**

**PATOLOGIAS DE INFILTRAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
ORIGEM, CLASSIFICAÇÃO E PREVENÇÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO FERNANDES

ANÁPOLIS / GO: 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUZA, ANA JÚLIA ALMEIDA DE/ MELO, MAYARA MOREIRA

Patologias de infiltração na construção civil: origem, classificação e prevenção

50P, 167 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC - UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

1. Patologia

2. Infiltração

3. Prejuízos

4. Impermeabilizantes

I. ENC/UNI

II. Bacharel

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUZA, Ana Júlia Almeida; MELO, Mayara Moreira. Patologias de infiltração na construção civil: origem, classificação e prevenção. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 50p. 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Ana Júlia Almeida de Souza

Mayara Moreira de Melo

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Patologias de infiltração na construção civil: origem, classificação e prevenção.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2021

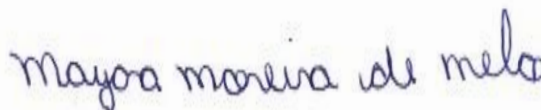
É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Ana Júlia Almeida de Souza

E-mail:

almeidadesouzaanajulia@gmail.com



Mayara Moreira de Melo


E-mail: mayara.melo25@outlook.com

**ANA JÚLIA ALMEIDA DE SOUZA
MAYARA MOREIRA DE MELO**

**PATOLOGIAS DE INFILTRAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
ORIGEM, CLASSIFICAÇÃO E PREVENÇÃO**

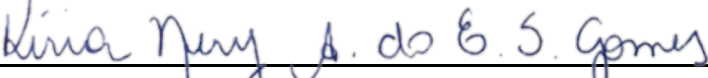
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

APROVADO POR:

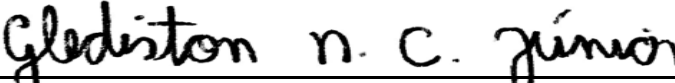


Carlos Eduardo Fernandes
Engenheiro Civil
CREA: 1014819190/D-GO

Carlos Eduardo Fernandes, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(ORIENTADOR)



Kíria Nery Alves do Espírito, Mestra (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)



Glediston Nepomuceno Costa Júnior, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 30 de novembro de 2021.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela coragem e sabedoria me dada do primeiro período até essa reta final, aos meus pais pelas oportunidades e confiança que sempre tiveram, ao meu esposo que sempre me encheu de coragem e alegria para traçar esse caminho sempre com o sorriso no rosto, e a todos os brilhantes professores que tive a honra de aprender com eles durante esses cinco anos. Com toda certeza sem todos vocês eu nada conseguiria.

Ana Júlia Almeida de Souza

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, pelo dom da vida, por ter me dado forças e muita sabedoria para conseguir chegar até aqui. Aos meus pais e as minhas irmãs por todo apoio, confiança e dedicação, que sempre tiveram comigo e nunca me deixaram desistir. Agradecer ao meu namorado que sempre esteve ao meu lado nesta caminhada, me dando forças para continuar. Agradeço também aos excepcionais professores que tive e fizeram parte desta jornada, com vocês pude aprender não apenas os conteúdos, mas a me tornar uma pessoa melhor. E por fim, quero agradecer a minha amiga Ana Júlia, por toda a amizade e carinho que tivemos durante esses anos, amizade que será levada para a vida toda.

Mayara Moreira de Melo

RESUMO

A ciência da patologia das construções é uma área da engenharia que analisa os indícios e procedências dos defeitos que ocorrem na construção. A partir do estudo de tais anomalias, é possível impedir que as manifestações patológicas se tornem algo corriqueiro nas edificações atuais (CARMO, 2003).

O estudo das patologias nas construções é de grande importância na busca da evolução em métodos construtivos e na melhoria da habitabilidade e durabilidade das edificações.

Esse trabalho teve como propósito expor manifestações patológicas causadas por umidade na área da construção civil por meio da passagem de fluidos, afim de orientar estudantes, profissionais e consumidores para obter maior segurança da estrutura e conforto do usuário. Como objetivos específicos trouxe a origem das manifestações patológicas, tipos de patologias decorrentes da infiltração, erros decorrentes de cada fase construtiva, impermeabilizantes e o estudo de caso.

A metodologia usada foi de natureza explicativa, fontes de pesquisas primárias e secundárias, resultando em resultados qualitativos. E no estudo de caso uma pesquisa de campo.

Como considerações finais esse trabalho demonstrou que são inúmeros os tipos de manifestações patológicas que ocorrem na construção civil por falta de profissionalismo, responsabilidade e conhecimento. O estudo de caso apresenta alto comprometimento e avanço das patologias, na sua maioria causadas por infiltração da água por ausência de impermeabilizantes, sendo assim, o retrabalho nas edificações, inclusive na residência do estudo de casos, é mais caro do que a execução e manejo correto na fase de construção da edificação.

PALAVRAS-CHAVE:

Patologia. Infiltração. Estrutura. Qualidade de vida. Tipos. Fases. Impermeabilizantes. Prevenção.

ABSTRACT

The science of construction pathology is an area of engineering that analyzes the signs and sources of defects that occur in construction. Based on the study of such anomalies, it is possible to prevent pathological manifestations from becoming commonplace in current buildings (CARMO, 2003).

The study of pathologies in constructions is of great importance in the search for evolution in construction methods and in improving the habitability and durability of buildings.

The purpose of this work was to expose pathological manifestations caused by humidity in the civil construction area through the passage of fluids, in order to guide students, professionals and consumers to obtain greater structural safety and user comfort. As specific objectives, it brought the origin of pathological manifestations, types of pathologies resulting from infiltration, errors resulting from each constructive phase, waterproofing and the case study.

The methodology used was explanatory in nature, sources of primary and secondary research, resulting in qualitative results. And in the case study a field research.

As final considerations, this work demonstrated that there are countless types of pathological manifestations that occur in civil construction due to lack of professionalism, responsibility and knowledge. The case study shows high commitment and advance of pathologies, mostly caused by water infiltration due to the absence of waterproofing agents, thus, reworking the buildings, including the case study residence, is more expensive than the execution and management correct in the construction phase of the building.

KEYWORDS:

Pathology. Infiltration. Structure. Quality of life. Types. Phases. Waterproofing. Prevention.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Projeto	20
Figura 2 – Vida Útil de Projeto	21
Figura 3 – Caso de eflorescência.....	24
Figura 4 – Caso de corrosão do concreto	25
Figura 5 – Caso de lixiviação	26
Figura 6 – Caso de expansão do concreto	27
Figura 7 – Caso de expansão e descolamento da estrutura.....	27
Figura 8 – Caso de oxidação das armaduras.....	28
Figura 9 – Efeito da carbonatação no concreto	29
Figura 10 – Capa passivadora das armaduras.....	30
Figura 11 – Caso de despassivação por cloretos	31
Figura 12 – Caso de despassivação em obra marítima	31
Figura 13 – Caso de bolor na parede	32
Figura 14 – Caso de bolor no teto.....	33
Figura 15 – Manta asfáltica	36
Figura 16– Aditivo impermeabilizante VEDACIT.	37
Figura 17– Impermeabilizante para paredes QUARTZOLIT	38
Figura 18– Pintura utilizando tintas asfálticas.....	39
Figura 19– Fachada da residência.	40
Figura 20– Parede externa com pingadeira mal instalada	41
Figura 21– Infiltrações e rachaduras na fachada	42
Figura 22– Infiltrações na laje	43
Figura 23– Infiltrações a má dosagem do reboco.....	44
Figura 24– Ausência do chapisco devido a infiltração.....	44

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
VUP	Vida Útil de Projeto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 JUSTIFICATIVA.....	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo geral	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 METODOLOGIA	15
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
2 PATOLOGIAS DE INFILTRAÇÕES.....	17
2.1 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS FASES DO PROJETO ..	17
2.1.1 Fase de planejamento e projeto.....	17
2.1.2 Escolha e especificação dos materiais.....	18
2.1.3 Fase de execução.....	19
2.1.4 Fase de uso e manutenção.....	20
2.2 TIPOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÃO	
22	
2.2.1 Eflorescência	23
2.2.2 Corrosão do concreto	24
2.2.2.1 Lixiviação	25
2.2.2.2 Expansão.....	26
2.2.3 Corrosão das armaduras	28
2.2.3.1 Despassivação por carbonatação	29
2.2.3.2 Despassivação por ação de cloretos.....	30
2.2.4 Bolor	31
3 IMPERMEABILIZANTES	34
3.1 MANTA ASFÁLTICA	35
3.2 ADITIVOS PARA ARGAMASSA E CONCRETO.....	36
3.3 IMPERMEABILIZANTES À BASE DE RESINA ACRÍLICA.....	37
3.4 TINTAS ASFÁLTICAS	38
4 ESTUDO DE CASO	40
4.1 INFORMAÇÕES SOBRE A RESIDÊNCIA.....	40
4.2 ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	41
4.2.1 Falha na pingadeira.....	41

4.2.2	Desnível no terreno.....	42
4.2.3	Infiltração na laje	42
4.2.4	Ausência do chapisco e má dosagem do reboco.....	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

A ciência da patologia das construções é uma área da engenharia que analisa os indícios e procedências dos defeitos que ocorrem na construção. A partir do estudo de tais anomalias, é possível impedir que as manifestações patológicas se tornem algo corriqueiro nas edificações atuais (CARMO, 2003).

Uma das práticas mais antigas e valorizadas da humanidade é a ciência da construção civil, passando desde a sociedade primitiva até os dias atuais por aperfeiçoamento das tecnologias e métodos de construção, há também as técnicas que foram conservadas.

De acordo com Brisolara (2014), na engenharia civil, da mesma forma que na medicina, o termo patologia trata do estudo das origens, causas, e consequências dos acontecimentos em que obras de engenharia ou suas partes deixam de apresentar o desempenho mínimo determinado e não cumprem sua vida útil estimada.

Não obstante, a construção civil mesmo com novas tecnologias ainda enfrenta velhos problemas, principalmente os que se referem as patologias nas edificações de todos os tipos, principalmente as habitacionais de baixa renda. Na busca incessante da sociedade de acompanhar o crescimento urbano dos dias atuais acaba cometendo erros que passam despercebido aos olhos dos profissionais da construção. Erros que por sua vez podem gerar patologias com prejuízos altos em um futuro muito próximo.

Segundo Marcelli (2007), muitos profissionais que trabalham na construção civil são equivocados ao pensar que manutenções e soluções de reparo são simples e a melhor opção. Muito pelo contrário, por mais que reparos “superficiais” possam parecer ideais, existe uma grande chance destes problemas voltarem piores e atingirem áreas que não tinham sido atingidas antes, e um erro neste tipo de etapa pode acarretar em enormes prejuízos financeiros.

Na busca por redução de custos, tempo, materiais, mão de obra e informação por parte dos profissionais nos deparamos com a má execução dos projetos que acarreta em falhas nas edificações. Um erro bastante encontrado em obras que independem da classe econômica, tamanho e tipo, são as infiltrações, falhas que podem prejudicar não somente a estrutura, mas a qualidade de vida das pessoas que ali convivem.

“A existência de infiltração no imóvel representa grandes riscos à saúde, prejuízos financeiros tanto para consertar os danos, quanto a desvalorização do imóvel”, afirma Carvalho Jr. (2014).

Em alguns casos, muito comuns em condomínios, caberá processos por danos morais e materiais. Materiais por danos ao patrimônio e morais baseados no artigo 5º da

Constituição Brasileira, no capítulo dos Direitos e Deveres Individuais e Coletivos, onde o indivíduo não pode ser violado no seu direito a vida, liberdade, igualdade, segurança e propriedade. A privação desses direitos causa sofrimento, abalo moral e constrangimento (LAURO, 2011).

Diante desse contexto o presente trabalho tem como principal foco de abordagem as patologias causadas por infiltrações nas edificações, analisando a prevenção para obras em andamento e solução para aquelas que já apresentaram patologias causadas pela umidade, buscando métodos seguros, acessíveis, e como um melhor custo e benefício.

1.1 JUSTIFICATIVA

A infiltração nas edificações vai muito além de somente manchas visualmente desagradáveis, elas estão diretamente ligadas a doenças respiratórias crônicas dos moradores e a segurança da estrutura da edificação. Tendo que ser tratada com atenção e responsabilidade tanto por parte dos construtores como dos moradores como cita Camargos, Khaltaey, Gard (2008):

Doenças respiratórias crônicas são doenças crônicas tanto das vias aéreas superiores como das inferiores. Representam um dos maiores problemas da saúde mundial. Centenas de milhões de pessoas de todas as idades sofrem dessas doenças e de alergias respiratórias em todos os países do mundo e mais de 500 milhões delas vivem em países em desenvolvimento. As DRC estão aumentando em prevalência particularmente entre as crianças e os idosos. Afetam a qualidade de vida e provoca incapacidade nos indivíduos afetados, causando grande impacto econômico e social (Camargos & Khaltaev, 2006; GARD, 2008).

De acordo com a Controladoria-Geral da União (CGU), com análise nas edificações construídas sobre o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) em 12 estados, foram encontrados defeitos em 56,4% das moradias visitadas e todas ainda dentro do prazo de garantia.

O estudo das patologias nas construções é de grande importância na busca da evolução em métodos construtivos e na melhoria da habitabilidade e durabilidade das edificações. Para evitar o surgimento de manifestações patológicas, é necessário fazer um estudo detalhado das origens para compreender o efeito e auxiliar nas decisões de escolhas e planos de ação contra os problemas (NAZARIO; ZANCAN, 2011).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Esse trabalho teve como propósito expor manifestações patológicas causadas por umidade na área da construção civil por meio da passagem de fluidos, afim de orientar estudantes, profissionais e consumidores para obter maior segurança da estrutura e conforto do usuário.

1.2.2 Objetivos específicos

- Origem das manifestações patológicas
- Tipos de patologias decorrentes da infiltração
- Erros decorrentes de cada fase construtiva
- Impermeabilizantes
- Estudo de caso

1.3 METODOLOGIA

Consiste em um trabalho de natureza explicativa, uma vez, que visa explicar determinados fenômenos causados pela umidade. Sustentado em fontes de pesquisa primária como normas técnicas e marcas comerciais e fontes de pesquisas secundárias pela internet. Através dessas duas fontes de pesquisa, foram obtidos resultados qualitativos que interpretados podem somar conhecimentos para o público em geral, por se tratar de um problema presente no cotidiano dos edifícios de todo o mundo desde as antigas civilizações.

O objetivo da pesquisa de campo é criar um vínculo entre os dados adquiridos e o estudo bibliográfico. Essa metodologia permite a oportunidade de colocar a prova todo o embasamento da pesquisa em um estudo de caso real, avaliando o desenvolvimento e complexidade do mesmo (PIANA, 2009).

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse trabalho conta com o primeiro capítulo, que traz as justificativas, objetivo, metodologia e estruturas do trabalho. Seguido do segundo capítulo, que aborda as patologias

de infiltração nas diversas fases da edificação, os tipos dessas manifestações patológicas, que na maioria das vezes é ocasionada pela infiltração da água na estrutura e as possíveis soluções. No terceiro capítulo, expõe alguns materiais disponíveis no mercado para evitar as infiltrações futuras ou para corrigir as existentes. Em seguida, o capítulo quatro apresenta o estudo de caso de uma edificação, que sofre diversas manifestações patológicas de infiltração.

2 PATOLOGIAS DE INFILTRAÇÕES

De acordo com o Dicionário Michaelis, patologia é: “ciência que estuda todos os aspectos da doença, com especial atenção à origem, aos sintomas e ao desenvolvimento das condições orgânicas anormais e suas consequências”.

Verçosa (1991) diz que assim como os seres vivos as edificações também podem apresentar defeitos de certo modo semelhantes as doenças, tais como fissuras, recalques, infiltrações, carbonatações, dentre outros, que devem ser diagnosticados o mais rápido possível, para que possam ser evitados possíveis colapsos.

Portanto, Patologia das Edificações foi o termo convencionado para ser chamada a ciência que estuda as origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência destes defeitos (SOUZA; RIPPER, 1998).

2.1 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS FASES DO PROJETO

As manifestações patológicas são provocadas por erros de origem em uma ou mais das diversas fases, da qual a construção civil é constituída. De forma simplificada, pode-se dividi-la em três etapas básicas: projeto, execução e utilização (SOUZA; RIPPER, 1998).

Segundo Helene (1997) as patologias na edificação ocorrem tanto no momento da execução da obra, como no período sucessor de entrega e utilização pelos usuários. Na gestão de projeto nos deparamos com etapas construtivas, que envolvem o planejamento, projeto, escolha e especificação dos materiais, execução e uso. Essas etapas devem ser cumpridas rigorosamente para obter sucesso.

2.1.1 Fase de planejamento e projeto

Melhado (1994) define projeto como “Uma atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução”. Sendo assim, erros nessa fase podem comprometer o funcionamento da edificação durante toda sua vida útil, seja no aparecimento de patologias de infiltração, mal funcionamento das redes hidráulicas, sistema de vedação, trincas por mal dimensionamento, entre outras partes.

As patologias se apresentam normalmente em função de vícios construtivos ou de outras falhas após a conclusão da edificação. Dentre as falhas verificadas durante a etapa de

execução de projetos, enfatiza-se a ausência de comunicação entre os projetistas e a inexistência de coordenação ou compatibilização (GNIPPER, 2007).

É nessa fase onde a equipe responsável elabora projetos e planeja toda a duração da obra, todos os materiais, equipamentos, mão de obra comum e especializada, que serão utilizados em cada etapa. Também são feitos orçamentos, quando tais cotações não são feitas de maneira correta e com detalhamento necessário, podem haver surpresas desagradáveis no decorrer da obra como a falta de recursos, e então ter que optar por materiais de segunda classe, abrindo mão da qualidade e garantias.

“O custo para impermeabilizar uma edificação representa de 1% a 2% do custo de construção. Já os gastos e transtornos para corrigir problemas advindos da falta de impermeabilização são muito mais elevados”, alerta o engenheiro Marcos Storte (2021), consultor na área de patologias em construções. O ditado “melhor prevenir do que remediar” é aplicável, uma vez que os elementos de fundação ficam enterrados e, portanto, são difíceis de acessar para uma eventual correção de falhas.

Conforme Ripper (1996), as manifestações originadas na fase de projeto podem ser causadas por falta de clareza no projeto, projeto inadequado para execução prática, falta de informações sobre os tipos de materiais que devem ser utilizados e falta de detalhamento no projeto.

Couto e Couto (2007) citam alguns exemplos de situações na etapa de elaboração do projeto que podem originar patologias:

- Definição incorreta de ações atuantes;
- Avaliação incorreta da resistência do solo;
- Espessura de cobertura inferior às recomendadas na NBR 6118 (ABNT, 2014);
- Relação água/cimento incompatíveis com as condições de exposição da estrutura;
- Escolha inadequada de materiais;
- Dimensionamento de peças com grandes deformações;
- Incompatibilização entre projetos.

2.1.2 Escolha e especificação dos materiais

O mercado está saturado com marcas que possuem pouca diferenciação entre si, mas exatamente nesse meio termo que é apresentado um produto que realmente vai atender suas necessidades e outro que provavelmente vai deixar o profissional na mão em pouco tempo. Antes de escolher qual produto usar na edificação é importante investigar a confiabilidade,

instintividade, design e diferenciação em relação aos concorrentes, colocando no papel não somente o preço, mas o custo e benefício que trará aquela opção.

Visando ajudar o consumidor e estabelecer padrões de qualidade o Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), criou um certificado de qualidade com regras preestabelecidas para garantir ao consumidor que está optando por algo conforme anunciado.

Nessa fase é indispensável conferir nas normas técnicas, visando atender os requisitos de qualidade que a norma exige e atestá-los durante a obra.

2.1.3 Fase de execução

A NBR 14931 (ABNT, 2004) ressalta sobre a etapa de execução de estruturas como todas as atividades que envolvem a sua realização, considerando então, sistema de fôrmas, armaduras, concretagem, curo e demais etapas. Falhas não percebidas ou ignoradas durante esta etapa podem repercutir de forma a prejudicar o desempenho de toda estrutura.

O profissional deve levar em conta todas as fases da construção desde o início como a terraplanagem até a conclusão, na entrega das chaves, para melhor escolher todos os métodos construtivos que vai adotar em cada etapa. Um desacerto nessa fase pode ser o principal motivo para o surgimento de patologias na edificação.

Souza e Ripper (1998) propõe que a ocorrência destas falhas é principalmente devido a fase de execução, que reflete os problemas socioeconômicos das empresas prestadoras de serviço, que provocam a baixa qualidade técnica dos trabalhadores pouco qualificados, como é o caso dos serventes. A seguir, alguns exemplos de situações na etapa de execução que podem originar patologias:

- Falta de condições locais de trabalho;
- Falta de capacitação profissional da mão de obra;
- Falta de controle e qualidade da execução das atividades;
- Má qualidade dos materiais;
- Falta de fiscalização eficiente;
- Irresponsabilidade técnica.

Acontece muito dos profissionais apenas pensarem na próxima fase construtiva quando chegam nela, e então se deparam com um imprevisto, como a falta de material que precisava ter sido encomendado a alguns dias atrás ou aluguel de uma máquina de uma cidade vizinha tendo que parar a obra, sendo assim, a gestão de projeto é importante para evitar exatamente esses contratempos, pois com uma gestão bem definida o profissional faz o

detalhamento de toda a obra desde os materiais, métodos, mão de obra especializada e ferramentas antes mesmo de iniciar a obra, a Figura 1 abaixo faz referência a esses projetos.

Figura 1 – Projeto



Fonte: INSTITUTO DE ENGENHARIA, 2018.

Segundo Takata (2009), os erros de execução podem ocorrer devido a mão-de-obra não qualificada, inexistência de controle de execução por parte dos responsáveis, má qualidade dos materiais e falta de condições locais de trabalho (cuidados e motivação). Estes erros podem gerar patologias graves nas obras, como falta de armaduras em pilares e vigas, que acarretam em altos custos corretivos.

2.1.4 Fase de uso e manutenção

A NBR 5674 (ABNT, 2012) define manutenção como sendo todas as atividades realizadas de modo a conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação, atendendo às necessidades e segurança dos seus usuários.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) define Vida Útil de Projeto (VUP) como o período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nessa norma, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o cumprimento dos procedimentos especificados nos Manuais de Uso, Operação e Manutenção do

empreendimento. Na Figura 2 encontra-se os anos mínimos para vida útil de projeto de algumas partes da construção.

Figura 2 – Vida Útil de Projeto

VIDA ÚTIL DE PROJETO (VUP)	
Sistema	VUP Mínima (anos)
Estrutura	≥ 50
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: TABELA 7 DA ABNT NBR 15575-1, 2013.

Um dos fatores graves que podem gerar consequências consideráveis na VUP, são as modificações feitas pelos usuários da edificação por autoria própria, sem a ajuda de um profissional especializado, elas podem ir de um comprometimento no sistema hidráulico até o abalo de toda a estrutura. É importante a vistoria das edificações nos prazos corretos pelos proprietários dos imóveis ou síndicos.

De acordo com Ferraz (2016) é através do sistema de manutenção que pode ser evitado a manifestação de novas patologias, aumentando a vida útil da edificação.

Segundo Souza e Ripper (1998), entende-se desempenho como o comportamento da estrutura durante sua vida útil. Esse desempenho é relativo à maneira que foram desenvolvidos o projeto, a execução e a utilização. Além disso, durante sua vida útil a uma diminuição do desempenho devido a fatores externos e deterioração do material, mesmo que a manutenção seja feita adequadamente. Quando esta estrutura se encontra com desempenho insatisfatório, deve ser feita uma análise para verificar possíveis soluções. Este é um dos objetivos do estudo de patologia em estruturas de concreto.

De acordo com Castro (2007), a manutenção preventiva realizada de forma adequada traz diversos benefícios ao imóvel, garantindo:

- Valorização do bem no mercado imobiliário;
- Aumento da vida útil da edificação;
- Melhoria no desempenho de equipamentos e instalações em geral;
- Segurança;
- Conforto e;

- Economia.

De acordo com Rodrigues (2003), a manutenção corretiva pode ser dividida em três tipos que variam de acordo com o estado e a necessidade da edificação:

- Paliativa: ameniza a patologia, porém, não é capaz de repará-la por completo;
- Curativa: repara em caráter definitivo;
- Melhorativa: modifica ou troca as condições originais.

2.2 TIPOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÃO

Segundo Souza e Ripper (1998) há uma dificuldade em analisar qual a principal atividade responsável pelo aparecimento de manifestações patológicas. Isso acontece porque as análises são feitas em locais muito distantes e porque algumas vezes as causas são tantas que se torna difícil definir a principal patologia.

Dentre os principais mecanismos causadores de patologias estão: recalque, movimentações térmicas, umidade, reações químicas, cargas e deformações em excesso, entre outros (HELENE, 1992).

Já de acordo com Thomaz (1989) os principais mecanismos que geraram fissuras em paredes de alvenaria são:

- Variações térmicas;
- Variações de umidade;
- Deformação excessiva;
- Recalques diferenciais;
- Retração de produtos à base de ligantes hidráulicos;
- Alterações químicas de materiais de construção.

Segundo Padrão (2004), existe uma grande variedade de manifestações patológicas que podem ocorrer numa obra. Isso está associado a muitos materiais distintos, que dependendo de onde forem empregados, reagirão de outra maneira. A forma como esses danos ocorrem varia de acordo com as ações atuantes na estrutura, assim como sua intensidade.

Apesar de tudo previamente citado, é com grande frequência que a impermeabilização é desmerecida por engenheiros e construtores, resultando na manifestação de grande quantidade de patologias, gerando um alto custo para a manutenção e recuperação (SOUZA; RIPPER, 1998).

De acordo com Helene (1992) para que o profissional possa elaborar um diagnóstico patológico preciso, se deve levar em consideração quais os efeitos e as consequências que o

problema estudado provoca na estrutura em geral. Para isso, tem que se atentar a dois tipos de condições em que o problema afeta a estrutura: estado de limite de utilização, onde somente as condições de ocupação e serviço são comprometidas, e estado de limite último, na qual o problema analisado coloca em risco a segurança da estrutura.

Afim de ajudar na classificação das patologias para melhor identificação e tratamento por parte dos profissionais, tem-se definidos algumas patologias causadas por infiltração, pode-se observar na decorrência desse capítulo as mais comuns.

2.2.1 Eflorescência

De acordo com Antônio Neves (2018) as eflorescências são depósitos cristalinos de cor esbranquiçada que surgem na superfície do revestimento através de reações químicas. Esses depósitos são formados quando sais solúveis são transportados pela água, que em contato com o ar se solidifica formando os depósitos esbranquiçados. A condição inicial para que a eflorescência apareça é a existência da cal livre, sendo encontrada em tudo que leva cimento.

A eflorescência é considerada um dano, pois altera o estado visual original da estrutura e em alguns casos os sais provocam degradações profundas.

“Enquanto não cessar a passagem de umidade e o contato com a água, o surgimento de eflorescências permanecerá. Para bloquear a passagem de água ou umidade para um substrato, nada melhor do que utilizar um impermeabilizante adequado” (NEVES, 2019).

Sendo assim, em materiais que tenham a presença de hidróxidos de cálcio e magnésio em sua composição, como blocos cerâmicos e blocos de concreto, argamassas, rejuntas e pisos é recomendável a impermeabilização.

Como opção para obras concluídas, que apresentaram essa patologia, se pode tentar remover a eflorescência com auxílio de uma escova de aço e água em abundância, já que a eflorescência é solúvel em água. O mercado da construção civil também conta com impermeabilizantes conversores de eflorescência, que reagem com a cal livre presente nas argamassas e concretos endurecidos, acabando com essa adversidade em várias fases da obra. Esses impermeabilizantes podem ser aplicados diretamente nas argamassas, concretos e alvenarias. As opções apresentadas farão com que as eflorescências sumam por um curto período, pois se o contato com água continuar existindo irão reaparecer.

Na fase de projeto, a escolha do cimento adequado de acordo com a classe de agressividade do ambiente, como por exemplo os cimentos com baixos teores de álcalis, com

adição de escória ou pozolonas, será de extrema importância, pois havendo a impermeabilização correta e o rigor na dosagem do traço, ocorrerá a prevenção desta patologia.

“Os produtos citados acima, apresentam menores quantidades de hidróxido de cálcio após o endurecimento do concreto ou da argamassa. Com isso, há menos cal para ser lixiviada e gerar a eflorescência”, afirma Renato Sahade. De acordo com o engenheiro, quando não for possível empregar esses tipos de cimento, a estratégia deve focar em evitar a percolação de água através do concreto, controlando a fonte de água indesejada e a fissuração do concreto.

A Figura 3 mostra um caso comum de eflorescência, frequentemente encontrada em muros de residências, onde não foi empregado o uso do cimento correto, para a classe de agressividade. Sequer foi pensado ou utilizado algum tipo de impermeabilizante.

Figura 3 – Caso de eflorescência



Fonte: AECWEB, 2021.

2.2.2 Corrosão do concreto

Gentil (1987) refere que, "de modo geral, a corrosão pode ser conceituada como o dano de um material, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente, aliada ou não a esforços mecânicos. A corrosão do concreto é principalmente química e depende das concentrações de ácidos, sais e bases do ambiente, pois ocorre devido a reação da pasta de cimento com elementos químicos, causando a dissolução do ligante ou formação de compostos expansivos. O concreto de boa qualidade é resistente à corrosão e mesmo assim, pode sofrer agressões a alguns

tipos de agentes. Sendo assim, o concreto que é muito poroso, de má qualidade, permeável a água, será simplesmente deteriorado.

Essa patologia, por sua vez, pode gerar sérios prejuízos a estabilidade da edificação, já que está ligada diretamente a capacidade de cargas verticais e a proteção das armaduras, evitando o contato direto com umidade e outros agentes agressivos.

"Quando o cobrimento é muito fino em relação à agressividade de um ambiente, defeitos na estrutura ocorrem em poucos anos, levando ao deslocamento do concreto, à fissuração intensa e, finalmente, ao desaparecimento das armaduras, à ruptura, deformação e até queda da estrutura", alerta o engenheiro diretor técnico da Ventuscore e especialista em estruturas de concreto, Egidio Hervé Neto (Artigo por NAKAMURA, 2011).

Na Figura 4, Marcelo Medeiros registrou uma estrutura de concreto armado, onde a infiltração deteriorou o concreto e que muito em breve também afetará o aço, uma vez que o concreto o protegia.

Figura 4 – Caso de corrosão do concreto



Fonte: MEDEIROS, 2021.

A corrosão do concreto pode ser classificada em alguns tipos como: a corrosão por lixiviação e a corrosão por expansão.

2.2.2.1 Lixiviação

De acordo com Paulo Helene (1997), a lixiviação ocorre pela ação de águas puras, carbônicas agressivas e ácidas, que dissolvem e carregam os compostos hidratados da pasta de cimento endurecida. O primeiro indício e mais comum é a superfície com agregados expostos

sem a pasta exterior ou com textura arenosa, com elevada retenção de fuligem, eflorescências de carbono e com risco de desenvolvimento de fungos e bactérias. A Figura 5 retrata o início dessa patologia.

Figura 5 – Caso de lixiviação



Fonte: MAPA DA OBRA, 2017.

2.2.2.2 Expansão

“Por ação de águas e solos que contenham ou estejam contaminados com sulfatos dando origem a reações expansivas e deletérias com a pasta de cimento hidratado” (HELENE, 1997).

Segundo Mehta e Monteiro (2008), na maioria das vezes o ataque por sulfato na estrutura aparece de forma a fissurar e expandir o concreto. Quando há a fissuração no concreto, fica mais fácil a penetração de agentes agressivos para dentro da estrutura, acarretando a aceleração da degradação do concreto.

A Figura 6, demonstra o início da expansão da estrutura de concreto. O primeiro indicio é uma superfície com esfoliação, fissuras, redução significativa da dureza e da resistência superficial do concreto, colocando em risco a passivação das armaduras.

Figura 6 – Caso de expansão do concreto



Fonte: ESTRUTURAS ONLINE, 2018.

A Figura 7, demonstra um caso mais agressivo de expansão onde partes da estrutura já está descolando.

Figura 7 – Caso de expansão e descolamento da estrutura



Fonte: ESTRUTURAS ONLINE, 2018.

2.2.3 Corrosão das armaduras

Uma das mais comuns manifestações patológicas devido a infiltração em meio onde há ausência ou falha na impermeabilização, é a corrosão das armaduras, que se refere a interação destrutiva de um material com o ambiente.

Pode-se considerar alguns erros que dão abertura para essa passagem de água, como o recobrimento das armaduras feito abaixo do recomendado, concreto mal executado motivando o aumento da porosidade e fissuras de retração. Assim, como a formação de nichos de concretagem, correspondentes a forma, traço ou vibração incorretos, deficiência da cura do concreto levando a redução da resistência e porosidade acentuada.

A corrosão produz óxidos/hidróxidos de ferro, de tonalidade avermelhada, com superfície porosa e pulverulenta, conhecidas como ferrugem.

“Uma das principais patologias que atingem o concreto armado é a corrosão de suas armaduras. Porosidade, exposição a agentes agressivos são os principais fatores que promovem a despassivação da armadura e permitem com que ocorra a degradação da mesma. Porém, para que haja corrosão são necessários três fatores: eletrólito, ddp e oxigênio. Muitas estruturas em concreto armado sofrem corrosão eletroquímica com presença de oxigênio e formação de óxido de ferro, a conhecida “corrosão vermelha”, onde o agente agressivo, em geral os íons cloretos, entram em contato com a armadura e promovem a degradação. Mas essa não é a única forma de corrosão das armaduras, pode-se encontrar, em condições especiais, e a com ausência de oxigênio, ou corrosão negra”, (BARRETTO; PARENTE, 2018).

Figura 8 – Caso de oxidação das armaduras



Fonte: PLUGIN, 2018.

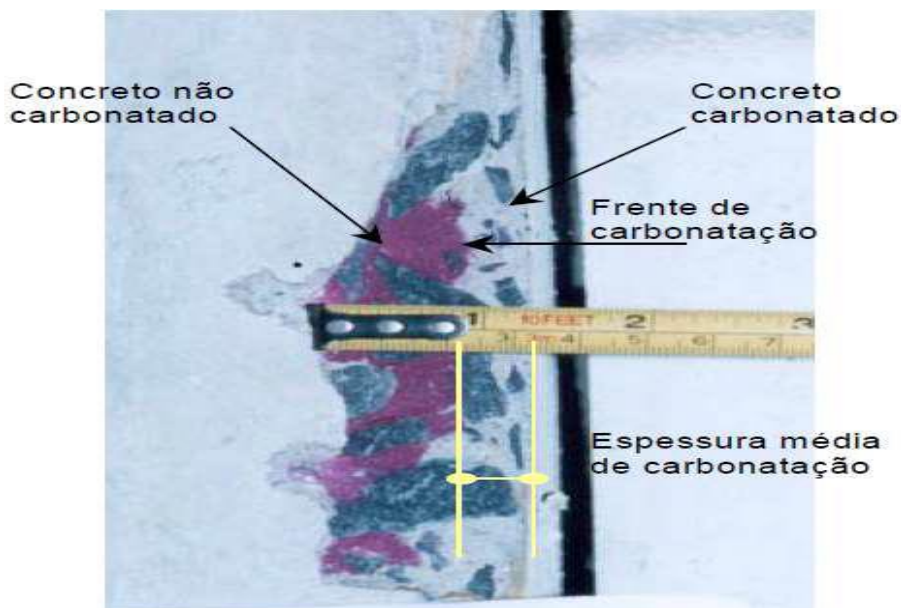
Na Figura 8, percebe nitidamente a oxidação do aço, que se encontra no tom avermelhado, desprotegido pelo concreto. Uma causa possível para o desenvolvimento dessa patologia é o cobrimento do aço feito abaixo do recomendado.

2.2.3.1 Despassivação por carbonatação

De acordo com Angelo (2004), a carbonatação é como um dos processos de modificação química do concreto associado à perda e/ou redução da capacidade de proteção de sua armadura. A Figura 9 apresenta um exemplo dessa patologia.

No interior do concreto armado, o aço se encontra protegido por uma camada passivadora, que envolve e protege o metal. Para que aconteça a corrosão, a camada passivadora deve ser destruída. A despassivação não é perceptível a olho nu, para isso exige ensaios específicos que identificam a profundidade da carbonatação. Na Figura 10, se percebe a camada de proteção do aço, e após o rompimento, as danificações causadas pela corrosão.

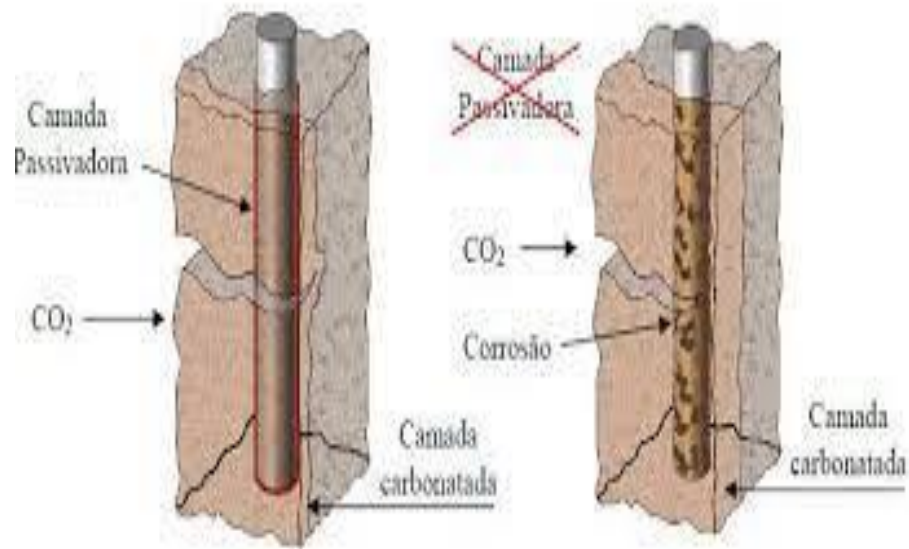
Figura 9 – Efeito da carbonatação no concreto



Fonte: Angelo, 2004.

Ocorre pela ação do gás carbônico presente na atmosfera, que reage com os hidróxidos alcalinos da solução dos poros do concreto, abaixando o pH dessa solução, ocorrendo frequente em locais molhados, onde a umidade varia entre 60 e 98%. Possibilitando, assim, o alojamento da corrosão, segundo Helene (1997).

Figura 10 – Capa passivadora das armaduras



Fonte: RENATA ARAÚJO, 2017.

Tal patologia deve sofrer intervenção rapidamente, com tratamento e recuperação da estrutura, caso contrário a corrosão vai aumentando constante e ininterrupta. Pode promover serias corrosões que geram destacamentos dos pedaços do concreto, manchas, fissuras e em casos mais agressivos até a perda da seção resistente e da aderência, podendo levar a estrutura ao colapso.

2.2.3.2 Despassivação por ação de cloretos

Essa patologia é mais comum em áreas litorâneas, podendo ser até 40 vezes mais rápida do que em zonas rurais. “A penetração de íons cloreto para o concreto pode ocorrer devido a: interação com o meio ambiente quando este está carregado de sais de cloreto de sódio, no consumo de sais de degelo, na utilização de aditivos ou agregado contendo íons cloreto na fase de produção do concreto” (ATAQUE, 2021). Como mostra a Figura 11.

A ação de íons de cloreto (Cl^-) causa deslocamento e trincas no concreto, desprotegendo o aço em seu interior, dando abertura para que o cloreto entre em contato com o metal perdendo sua passivação como mostrado na Figura 12, onde se percebe as trincas e a ferrugem do aço do interior da estrutura.

Figura 11 – Caso de despassivação por cloretos



Fonte: AXFIER, 2021.

Figura 12 – Caso de despassivação em obra marítima



Fonte: AXFIER, 2021.

2.2.4 Bolor

Formado por colônias de fungos filamentosos, que são micro-organismos e têm compostos orgânicos como fonte de alimento. A umidade elevada associada a temperatura e ao pH proporcionam o surgimento e a evolução do bolor.

A principal causa do surgimento destes é a umidade elevada, isto é, estando em um nível de umidade acima do natural do material da estrutura, oferecendo um ambiente favorável para a proliferação de fungos, líquens e algas crescerem (VAN EIJK, 2005).

“Mofos e bolores são causados por fungos vegetais, que produzem enzimas ácidas que corroem em madeiras e alvenarias. O aparecimento de manchas, mofos, fungos e bolores nas construções são em grande parte consequência ou uma extensão da patologia infiltração.

A Figura 13, registrada por Thais Teixeira, retrata uma parede com patologia causada por infiltração, que gerou manchas de bolor, que provavelmente foi ocasionada por vazamento na rede hidráulica.

“Normalmente, se proliferam em cômodos da casa com pouca circulação de ar, um local que recebe pouca luz solar e que é quente e úmido. No entanto, também pode aparecer devido a uma infiltração ou vazamento de canos atrás da parede” (COMO... 2021).

Figura 13 – Caso de bolor na parede



Fonte: THAIS TEIXEIRA, 2019.

Única forma de resolver essa patologia é identificando a origem da infiltração e estaqueando o vazamento, posteriormente reformando a parte danificada. Na Figura 14, mostra o caso de bolor no teto.

Figura 14 – Caso de bolor no teto



Fonte: VULCANO, 2019.

3 IMPERMEABILIZANTES

Na fase de projeto é essencial projetar a impermeabilização da edificação. Independentemente, se a obra é de uso público, privado ou coletivo, o projeto deve ser realizado por um profissional legal da área. De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2003), impermeabilização é a combinação resultante de diversos serviços executados com o objetivo de proteger as edificações contra a ação deletéria da umidade.

Todos os materiais apresentados nesse capítulo são para uso preventivo em superfícies sem danos causados pela infiltração. Em edificações que já apresentaram patologias decorrentes de infiltrações somadas a má impermeabilização, será necessário primeiro identificar e solucionar a causa e a origem da patologia para só assim preparar a superfície para receber a impermeabilização correta.

De acordo com Antônio Neves (2021), o tipo adequado de impermeabilização a ser empregado na construção civil deve ser determinado segundo a solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requeiram estanqueidade. A solicitação pode ser imposta pela água de percolação, pela condensação da água na superfície, umidade advinda do solo ou imposta pelo fluido sobre pressão unilateral ou bilateral.

Após a impermeabilização concluída ela deve garantir resistência em várias situações como às cargas estáticas e dinâmicas, aos movimentos devido a dilatação e retração do substrato e revestimento, degradação advinda de mudanças biológicas, climáticas, químicas ou térmicas, acometimento de raízes de plantas, pressões hidrostáticas da umidade do solo, coluna d'água e percolação.

De acordo com a NBR 9575 – Impermeabilização – Seleção e projeto, a inclinação do substrato das áreas horizontais deve ser definida após estudos de escoamento, sendo no mínimo de 1% em direção aos coletores de água. Para calhas e áreas internas é permitido o mínimo de 0,5%. Os coletores devem ter diâmetro que garanta a manutenção da seção nominal dos tubos prevista no projeto hidráulico após a execução da impermeabilização, sendo o diâmetro nominal mínimo 75 mm. Os coletores devem ser rigidamente fixados à estrutura. Este procedimento também deve ser aplicado aos coletores que atravessam vigas invertidas. Deve ser previsto nos planos verticais encaixe para embutir a impermeabilização, para o sistema que assim o exigir, a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir. Nos locais limites entre áreas externas impermeabilizadas e áreas internas, deve haver diferença de cota de no mínimo 6 cm e ser prevista a execução de barreira física no limite da linha interna dos contramarcos, caixilhos e batentes, para perfeita ancoragem da

impermeabilização, com declividade para a área externa. Deve-se observar a execução de arremates adequados ao tipo de impermeabilização adotada e selamentos adicionais nos caixilhos, contramarcos, batentes e outros elementos de interferência.

Após o projeto de impermeabilização pronto de acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010), passa-se para a execução de acordo com a NBR 9574 (ABNT, 1986) que trata da fase de execução e procedimentos da impermeabilização, afim de atender as condições mínimas de proteção da edificação no que diz respeito a passagem de fluídos, salubridade, segurança e conforto do usuário.

A NBR 9574 (ABNT, 1986) traz condições específicas afim de ser seguidas no momento da impermeabilização, tais como, a superfície deve estar tratada sem trincas e fissuras de forma compatível com o sistema de impermeabilização a ser empregado. Deve-se cuidadosamente executar os detalhes referentes as juntas, rodapés, ralos , passagem de tubulações, emendas, ancoragem, entre outros. Deve-se isolar o trânsito de quaisquer pessoas ou objetos estranhos ao processo de impermeabilização. Caso o método de impermeabilização a ser empregado seja com materiais asfálticos a quente devem ser seguidas as normas referentes ao uso do fogo. Após a execução deve-se realizar ensaios de estanqueidade afim de verificar falhas.

3.1 MANTA ASFÁLTICA

Método de impermeabilização que tem como norma regulamentadora que especifica os requisitos mínimos para a utilização de mantas asfálticas a NBR 9952 (ABNT, 2014), tal norma também menciona os métodos de ensaio necessários para a verificação dos requisitos exigidos para sua aceitação.

Tal método impermeabilizante é ideal para aplicação em jardins, lajes prediais de concreto armado, lajes pré-fabricadas, lajes com estrutura metálica, coberturas, terraços, estacionamentos, varandas, e, em alguns casos em piscinas. Trata de um lençol pré-fabricado de asfalto com polímeros.

“Era comum até a década de 1970, quando as mantas entraram no mercado do Brasil. São aplicadas com maçarico a gás, que as amolece e faz a colagem das emendas, são excelentes, têm ótima relação custo/benefício, mas, por serem muito acessíveis, é frequente a aplicação por quem não tem experiência e nem capacidade de engenharia para dar a visão correta. Com isso, apresentam problemas devido ao mau uso e, às vezes, pela aplicação de material de qualidade inferior”, (FIRMINO, 2015).

O acabamento superficial das mantas asfálticas pode ser de diversos tipos como granular, geotêxtil, metálico, polietileno, areia de baixa granulometria e plástico metalizado. Algumas características que tal método de impermeabilização deve atender a NBR 9952 (ABNT, 2014) é suportar os esforços atuantes para os quais se destinam, mantendo-se estanques, apresentar superfície plana com espessura uniforme, de bordas paralelas, não serrilhadas, ser impermeáveis, resistentes a umidade sem apresentar alteração de seu volume, quando em contato com a água, resistir aos álcalis e ácidos dissolvidos nas águas pluviais, apresentar armadura distribuída uniformemente em toda a sua extensão e que não se destaque, descole ou delamine ao longo do tempo.

As emendas devem ter sobreposição mínima de 100 mm nos sentidos longitudinal e transversal. Na Figura 15 tem-se como exemplo uma impermeabilização utilizando manta asfáltica.

Figura 15 – Manta asfáltica



Fonte: PIO, 2015.

Segundo Firmino (2015) em relação a vida útil, “A média é em torno de cinco anos e a maioria, por volta de 90%, chega a nove ou 10 anos sem problemas.”.

3.2 ADITIVOS PARA ARGAMASSA E CONCRETO

Afim de melhorar as propriedades da argamassa e do concreto são adicionados aditivos, os quais segundo a professora Heloísa Cristina Fernandes Cordon do curso de

Engenharia Civil do Instituto de Mauá de Tecnologia, é comum o uso de aditivos na argamassa os quais tem como finalidade aumentar a resistência, melhorar a impermeabilização, viscosidade e plasticidade do substrato, intensificando o processo de endurecimento do mesmo. A solução pode ser aproveitada em qualquer tipo de obra de acordo com suas necessidades. Outro ponto a ser destacado é que os aditivos precisam estar de acordo com as especificações contidas na norma NBR 11768 (ABNT, 2019) – Aditivos químicos para concreto de cimento Portland.

O mercado conta com a marca VEDACIT, um aditivo impermeabilizante para concretos e argamassas, de acordo com sua descrição age por hidrofugação do sistema capilar e permite a respiração dos materiais, mantendo os ambientes salubres. Seu traço varia de acordo com a superfície e ambiente que será feita a aplicação. Na Figura 16 mostra esse aditivo da marca VEDACIT.

Figura 16– Aditivo impermeabilizante VEDACIT.



Fonte: VEDACIT, 2021

3.3 IMPERMEABILIZANTES À BASE DE RESINA ACRILÍCA

Possuem propriedades elásticas, desenvolvidos principalmente para paredes de ambientes externos como fachada e muros, onde é solicitado proteção contra as intempéries advindos de chuvas e ação direta do sol.

A maioria das marcas disponíveis no mercado é composto por fórmula 3 em 1, onde na primeira demão ele irá selar, na segunda impermeabilizar e na terceira dar acabamento final,

caso o produto não tenha essa configuração é necessário selar a superfície com selante adequado e posteriormente, respeitando o intervalo de tempo, passar a demão do impermeabilizante. O mercado também conta com algumas versões premium, prometendo ação 5 em 1, que além das camadas citadas anteriormente, ainda conta com refletor de calor e opção colorida, a qual na primeira versão era apenas na cor branca.

Produtos dessa categoria vem pronto para uso, necessitando apenas da homogeneização, podem ser aplicados com rolo de lã de carneiro, pincel ou trincha, desde que a superfície esteja limpa, íntegra, seca e sem impregnação de desmoldantes, agentes de cura ou qualquer outro material. Importante que superfície tenha porosidade suficiente para absorver o produto. Caso haja falhas ou fissuras, estas devem ser tratadas e corrigidas antes da aplicação. A manutenção deve ser realizada conforme a NBR 15575 – Edificações habitacionais – Desempenho. Na Figura 17 tem-se um exemplo dessa categoria de impermeabilizantes da marca Quartzolit.

Figura 17– Impermeabilizante para paredes QUARTZOLIT



Fonte: QUARTZOLIT, 2021.

3.4 TINTAS ASFÁLTICAS

A pintura realizada com tintas asfálticas como mostra na Figura 18, oferece bastante aderência em variados tipos de superfície como concreto, metálico, PVC, fibrocimento, fibra de vidro, cerâmica, madeira e alvenaria. Bastante utilizado para impermeabilização de alicerces, baldrame e muros, tanques e reservatórios.

Tem como funcionalidade um elemento de ligação entre o substrato de concreto e mantas asfálticas de impermeabilização, bloqueia a umidade proveniente do solo ou chuva, pintura de proteção asfáltica para substratos cimentícios, inibe a presença de umidade nos elementos protegidos e de fácil aplicação.

Figura 18– Pintura utilizando tintas asfálticas



Fonte: BLOKTUME, 2021

4 ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso foi realizado com o intuito de analisar a estrutura da edificação evidenciando os casos ocorridos pela infiltração devido à má impermeabilização ou falta da mesma, compreendendo: vistoria rigorosa, levantamento das manifestações patológicas da edificação em geral, análise, identificação das causas e possíveis soluções.

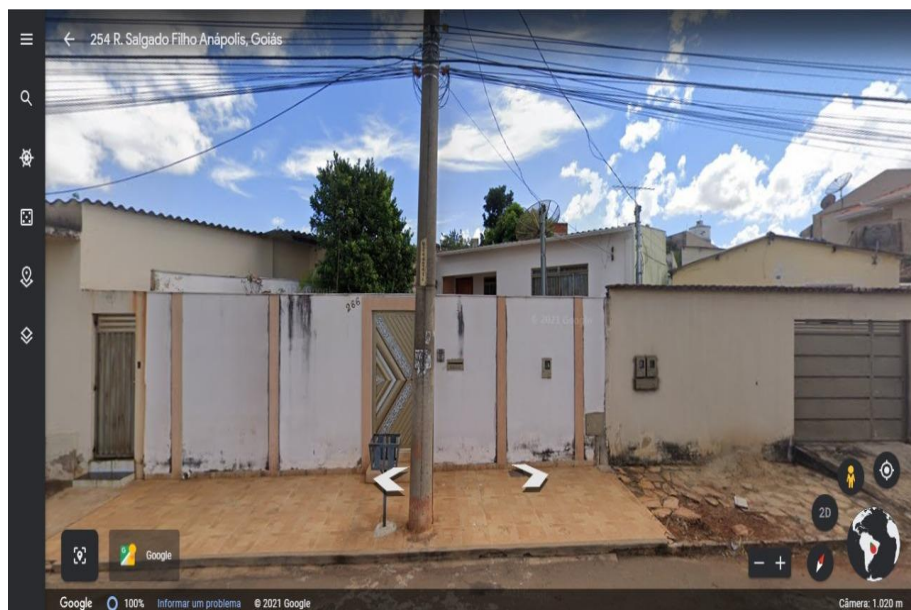
De acordo com Souza e Ripper (1998) quando percebe problemas patológicos em uma estrutura de concreto armado, é fundamental que seja feita uma vistoria cuidadosa por um profissional e bem detalhada para avaliar a situação da estrutura. É necessário examinar todas as anomalias encontradas, analisar quais as causas e determinar quais os métodos a ser utilizados par corrigir e reforçar a estrutura.

4.1 INFORMAÇÕES SOBRE A RESIDÊNCIA

A casa está localizada na cidade de Anápolis, no bairro Central, foi construída em 1959 (anos), sem execução dos projetos e acompanhamento por parte de profissionais. Sua fachada pode ser observada na Figura 19, retirada do Google Earth.

Desde sua construção não foi feita nenhuma manutenção, os moradores sempre “maquiavam” os problemas como pode-se observar na decorrencia desse capítulo.

Figura 19– Fachada da residência.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2021

4.2 ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Pela falta de reformas feitas por especialistas na área da construção civil, as manifestações patológicas se espalharam por toda residência, prejudicando a parte estética, estrutural e a qualidade de vida dos moradores.

4.2.1 Falha na pingadeira

As pingadeiras têm como serventia proteger as paredes expostas evitando infiltrações causadas pelas águas pluviais, situações que aceleram o desgaste da alvenaria e da pintura, provoca rachadura e em um nível mais avançado ocasiona corrosões na fundação.

Na Figura 20 destaca-se a infiltração e rachaduras ocasionada pela falha da pingadeira devido à falta de manutenção.

Possível solução seria a manutenção da pingadeira, posteriormente refazer o reboco e então o acabamento com um impermeabilizante a base de resina acrílica, que como visto no capítulo anterior possuem propriedades elásticas, desenvolvidos principalmente para paredes de ambientes externos como fachada e muros, onde é solicitado proteção contra as intempéries advindos de chuvas e ação direta do sol.

Figura 20– Parede externa com pingadeira mal instalada



Fonte: AUTORAL, 2021

4.2.2 Desnível no terreno

Na Figura 21, a análise mostra que em decorrência do nivelamento incorreto da edificação no momento da construção foi acarretando ao longo dos anos a má distribuição de cargas, sobrecarregando algumas partes da casa, em destaque para a parte da fachada que sofre com rachaduras e infiltrações decorrentes de uma terraplanagem falha.

Possível solução seria refazer o contra piso com nivelamento correto, novo reboco usando aditivos na argamassa os quais tem como finalidade aumentar a resistência, melhorar a impermeabilização, viscosidade e plasticidade do substrato, intensificando o processo de endurecimento do mesmo e acabamento utilizando impermeabilizante para área externa, afim de evitar infiltrações futuras.

Figura 21– Infiltrações e rachaduras na fachada



Fonte: AUTORAL, 2021

4.2.3 Infiltração na laje

As infiltrações analisadas na Figura 22 estão relacionadas a falta de inspeção na cobertura da edificação, onde foi encontrado telhas quebradas. Devido as águas das chuvas que passaram pelas falhas do telhado, com o passar do tempo foi infiltrando na laje, ocasionando manchas, bolhas e bolores bastante prejudiciais à saúde dos moradores.

A princípio deverá ser feita manutenção no telhado, para em seguida refazer o reboco das paredes prejudicadas e por fim o acabamento, o mercado da construção civil conta com

aditivos impermeabilizantes para argamassa e concretos que adicionados a massa destinada ao reboco irá proporcionar uma segurança mais eficaz para infiltrações futuras, trazendo um ótimo custo e benefício.

Figura 22– Infiltrações na laje



Fonte: AUTORAL, 2021

4.2.4 Ausência do chapisco e má dosagem do reboco

Tanto a falta do chapisco quanto a má dosagem da argamassa para o reboco são bastante comuns nas construções de baixa renda, muitas vezes acontece pela falta de informação e inspeção por parte dos profissionais aos trabalhadores na hora da dosagem da argamassa, ou pela falta da medição dos componentes, quando os trabalhadores confiam no “olhômetro”. Em um curto período de tempo essas camadas superiores a alvenaria irá começar sua deterioração, levando como mostra na Figura 23, o destacamento dos pedaços do reboco.

A solução é simples, após a retirada de todo reboco comprometido, deve-se refazer o reboco, obedecendo o traço correto referente a classe de agressividade do ambiente em que a parede se encontra e o acabamento que ela irá receber. Como opção para impermeabilização o mercado conta com aditivos para argamassa e reboco que além de impermeabilizar tem um ótimo custo e benefício.

"O chapisco tem a função de regularizar a absorção e a porosidade da base, além de aumentar a rugosidade. Sempre deverá ser aplicado na área externa, onde as solicitações mecânicas são mais elevadas, assim como nas superfícies de concreto

armado. No caso da alvenaria, o chapisco deverá cobrir apenas parcialmente a base (chapisco descontínuo, deixando apenas à mostra parte da alvenaria) enquanto a estrutura de concreto deverá ser integralmente coberta" (CARASK, PAES, SCARTEZINI, 1998, p).

Figura 23– Infiltrações a má dosagem do reboco



Fonte: AUTORAL, 2021

No caso da Figura 24 a má dosagem do reboco ou a falta de chapisco somou-se a umidade ascendente por falta de impermeabilização

Figura 24– Ausência do chapisco devido a infiltração



Fonte: AUTORAL, 2021

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um estudo sobre as manifestações patológicas causadas em decorrência da infiltração da água nas edificações, a origem dessa patologia, ou seja, o que gerou e permitiu o aparecimento das infiltrações, podendo ser nas fases de planejamento e projeto, escolha e especificação dos materiais, execução ou uso e manutenção.

Pôde-se observar os principais tipos de patologias dentre elas eflorescência, corrosão do concreto, corrosão das armaduras e bolor. Foram expostos impermeabilizantes que obrigatoriamente devem ser utilizados apenas em superfícies previamente preparadas para recebê-los e que manuseados por profissionais garantem segurança aos usuários e previnem gastos maiores futuramente.

Como visto, são numerosas as manifestações patológicas que podem ocorrer na construção por falta de profissionalismo, responsabilidade e conhecimento por parte dos encarregados. Todas as fases da construção devem ser criteriosamente executadas, para que, futuramente as manifestações patológicas não aconteçam, desde a impermeabilização da fundação com impermeabilizantes mais resistentes até o acabamento com tintas selecionadas deverão ser feitos corretamente visando não apenas a redução de custo e tempo, mas o conforto dos usuários. O retrabalho na maioria das vezes, inclusive na residência do estudo de caso é mais caro do que a execução e manejo correto na fase da construção.

Neste trabalho pode-se analisar as normas técnicas correspondentes com cada impermeabilizante, a divisão entre a origem, os tipos de patologias de infiltrações, causas, malefícios provocados aos usuários da edificação e soluções comuns utilizando alguns produtos que o mercado oferece.

O reconhecimento das manifestações patológicas por um profissional é importante pois permite que as medidas corretas sejam tomadas para correção, ao contrário disso, só irá mascarar a patologia que em pouco tempo reaparecerá, causando danos em outras partes antes não comprometidas.

Do estudo de caso onde os moradores sempre maquiaram as patologias, as quais agora se encontram em toda a residência e agora com elevado custo para reforma, alto grau de comprometimento e avanço. A falta de impermeabilização, reformas no telhado e manutenção dos condutores de água reduzem a vida útil e a segurança da edificação.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Renata. **Avaliação da profundidade de carbonatação em estruturas de concreto armado de uma refinaria de petróleo com vida útil maior de 40 anos.** Disponível em: <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/2SPPC.2017.022>. Acesso em: 31 maio 2021.
- ANDRIOLO, F. R. **Construções de concreto: manual de práticas, para controle e execução.** Ed. PINI, São Paulo, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-15575: **Desempenho de Edificações Habitacionais.** Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574: **Execução de impermeabilização.** Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-9952: **Manta asfáltica para impermeabilização.** Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574: **Execução de impermeabilização.** Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 2 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575: **Impermeabilização - Seleção e projeto.** Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931: **Execução de estruturas de concreto - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: **Manutenção de edificações - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2012.
- Ataque em estruturas de concreto por ação de cloretos.** Disponível em: <https://www.axfiber.com.br/single-post/2017/01/12/ataque-em-estruturas-de-concreto-por-a%C3%A7%C3%A3o-de-cloretos>. Acesso em: 07 abr. 2021.
- BARRETTO, Tatiana Conceição Machado; PARENTE, Igor Machado da Silva. **Distintas formas de corrosão das armaduras de estruturas em concreto armado: uma revisão.** In: INTERCORR 2018, 1., 2018, São Paulo. INTERCORR 2018. São Paulo: Intercorr, 2018. p. 1-11. Disponível em: https://abraco.org.br/src/uploads/intercorr/2018/INTERCORR2018_200.pdf. Acesso em: 31 maio 2021.
- BLOKTUME. **Linha bloktume tintas asfálticas impermeabilizantes.** Disponível em: <https://souzafilho.com.br/asfalticos>. Acesso em: 22 set. 2021
- BRISOLARA, G. C. P. **Patologias na construção civil: A permanência de velhos erros em novos contextos.** Santa Catarina, 2014.

CAMARGOS & KHALTAEV (ED.). **Doenças respiratórias crônicas**. 2006. disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=581:doencas-respiratorias-cronicas&Itemid=463. acesso em: 31 mar. 2021.

CARMO, P. O. do. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

CASTRO, U. R. **Importância da manutenção predial preventiva e as ferramentas para sua execução**. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

Como evitar e remover eflorescências em estruturas de concreto? Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-evitar-e-remover-eflorescencias-em-estruturas-de-concreto/19336>. Acesso em: 30 maio 2021.

Como remover mofo. Disponível em: <https://www.meiacolher.com/2018/08/dicas-para-tirar-mofo-da-parede-passo.html?m=0>. acesso em: 26 maio 2021.

Corrosão de armadura: o que causa e como amenizar esse dano? Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br/corrosao-de-armadura-o-que-cause-e-como-amenizar-esse-dano/>. Acesso em: 07 abr. 2021.

COUTO, J. P.; COUTO, A. M. **Importância da revisão dos projectos na redução dos custos de manutenção das construções**. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO, Coimbra, Portugal. Universidade de Coimbra, 2007.

Curso: corrosão em armaduras de concreto. Disponível em: <https://plugin.grupohct.com.br/tag/corrosao-em-armaduras-de-concreto/>. Acesso em: 31 maio 2021.

FERRAZ, B. T. B. **Estudo das principais manifestações patológicas causadas por umidade e infiltrações em construções residenciais**. Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2016.

Gestão de projetos e obras na construção civil. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/events/dc1818-gestao-de-projetos-e-obras-na-construcao-civil/>. Acesso em: 31 maio 2021.

GNIPPER, S. F. **Patologias mais frequentes em sistemas hidráulico-sanitários e de gás combustível de edifícios residenciais em Curitiba**. 2007. In: X Simpósio Nacional de Sistemas Prediais. Anais, 29-30 agosto de 2007, São Carlos.

HELENE, Paulo. **Introdução da durabilidade no projeto das estruturas de concreto**. 1997. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3355/1808>. Acesso em: 04 abr. 2021.

LOTTERMANN. **Levantamento de patologia causadas por umidade nas edificações na cidade de Manaus** – am. 2014. 20 f. tese (doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Norte –Uninorte, Manaus, 2019. disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_1_8.pdf. acesso em: 31 mar. 2021.

MACHADO, Kethllyen Miranda; ALENCAR, Euler André Barbosa de. **Levantamento de patologia causadas por umidade nas edificações na cidade de Manaus – AM.** 2019. 20 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Norte –Uninorte, Manaus, 2019.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras.** São Paulo: Pini, 2007.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

NEVES, ANTONIO (COMP.). **Eflorescência: saiba tudo sobre essa manifestação patológica.** 2019. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>. Acesso em: 30 abr. 2021.

NAKAMURA, Juliana. **Como fazer a impermeabilização correta de vigas baldrame? Entenda.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-fazer-a-impermeabilizacao-correta-de-vigas-baldrames-entenda/17757>. Acesso em: 22 set. 2021.

NAZARIO, D.; ZANCAN, E. C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde.** Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

NEVES, Antonio (comp.). ABNT NBR 9574 - **Execução de impermeabilização.** Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/nbr-9574>. Acesso em: 26 ago. 2021.

PASE, Marina Casarin. **Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado.** 2017. 57 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2017. Disponível em: http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/pdf/2_2017/tcc_marina%20casarin%20pase.pdf. acesso em: 28 abr. 2021.(pase, 2017).

PIANA, M. C. **A construção do perfil do assistente social no cenário educacional.** Revista Cultura Acadêmica, UNESP, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/vwc8g/pdf/piana-9788579830389-06.pdf>>. Acesso em: 01/11/2019.

PIO, Augusto (comp.). **Manta asfáltica aplicada em lajes prediais ajuda a ter uma impermeabilização duradoura.** 2015. Disponível em: https://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/noticias/2015/01/25/interna_noticias,48543/manta-asfaltica-aplicada-em-lajes-prediais-ajuda-a-ter-uma-impermeabil.shtml. Acesso em: 25 ago. 2021.

PONTES, Bianca Roriz. **Patologias de infiltrações em unidades habitacionais: Estudo de caso em residências no município de Anápolis-Goiás.** 2018. 71 f. Tcc (graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Anápolis, 2018.

Problemas causados pela lixiviação do concreto. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/os-problemas-causados-pela-lixiviacao-do-concreto/>. Acesso em: 31 maio 2021.

QUARTZOLIT. Impermeabilizante parede premium quartzolit. Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/impermeabilizantes-quartzolit/impermeabilizantes-para-paredes-externas-e-fachadas/impermeabilizante-parede-premium-quartzolit>. Acesso em: 27 ago. 2021.

RAA e o 15º ICAAR – São Paulo/SP. Disponível em: <http://estruturasonline.com.br/raa-e-o-15o-icaar-sao-paulo-sp/>. Acesso em: 31 maio 2021.

REBELLO, Y. C. P. Fundações: Guia prático de projeto, execução e dimensionamento. 4. ed. São Paulo: Zigurate, 2008.

ROCHA, Carla (comp.). ADITIVO PARA ARGAMASSA: DESCUBRA SUA IMPORTÂNCIA. 2020. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/aditivo-para-argamassa/>. Acesso em: 25 ago. 2021.

RODRIGUES, Ana Paula. Vida útil de projeto (VUP) e vida útil da edificação (VU). 2020. Disponível em: <https://www.contramarco.com/post/2020/01/08/vida-%C3%BAtil-de-projeto-vup-e-vida-%C3%BAtil-da-edifica%C3%A7%C3%A3o-vu>. Acesso em: 31 maio 2021.

RODRIGUES, M. Manutenção industrial em Curitiba e cidades circunvizinhas: Um diagnóstico atual. Dissertação de mestrado apresentada ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba. 2003.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: PINI, 1998.

TEIXEIRA, Thais. Infiltração no apartamento: dicas práticas de como resolver. 2019. Disponível em: <https://blog.townsq.com.br/infiltracao-no-apartamento/>. Acesso em: 31 maio 2021.

THOMAZ, E. Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção. 1ª ed. São Paulo, PINI, 2001.

THOMAZ, E. Trincas em edifícios: causas, prevenções e recuperação. São Paulo, PINI, 1989.

VAN EIJK, D. Restauro de taipa de pilão – aspectos de materiais, técnicas construtivas patologias e restauração. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

VEDACIT. Disponível em: <https://www.vedacit.com.br/produtos-e-solucoes/impermeabilizantes/vedacit>. Acesso em: 25 ago. 2021.

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

VULCANO. Como tratar infiltração em lajes e paredes. 2019. Disponível em: <https://www.leak.com.br/2019/03/08/como-tratar-infiltracao-em-lajes-e-paredes/>. Acesso em: 31 maio 2021.