

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

DANILO DE ALMEIDA MONTEIRO

PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO:
danos causados pela umidade devido à falha ou ausência de
impermeabilização

Paracatu

2022

DANILO DE ALMEIDA MONTEIRO

PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: danos causados pela umidade devido à falha ou ausência de impermeabilização

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Patologia das Construções

Orientador: Prof. Me. Carlos Eduardo Ribeiro Chula

Paracatu

2022

DANILO DE ALMEIDA MONTEIRO

PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: danos causados pela umidade devido à falha ou ausência de impermeabilização

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Patologia das Construções

Orientador: Prof. Me. Carlos Eduardo Ribeiro Chula

Banca Examinadora:

Paracatu - MG, 25 de Novembro de 2022.

Prof. Me. Carlos Eduardo Ribeiro Chula
Centro Universitário Atenas

Prof. Me. Romério Ribeiro da Silva
Centro Universitário Atenas

Prof^a. Anelise Avelar de Araújo
Centro Universitário Atenas

Dedico esta pesquisa à minha família, que sempre esteve ao meu lado durante todos esses anos de luta. Agradeço também aos meus professores, amigos e familiares que me deram todo apoio durante essa trajetória.

Obrigado por tudo!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me fortalecer durante essa trajetória e por me sustentar até aqui.

À minha família, em especial a minha mãe, Dioguina, que tanto lutou e se doou para que eu chegasse onde cheguei. Quem me ensinou a nunca desistir, mesmo em meio a grandes tempestades, e sempre me incentivou a lutar. Quem sempre caminhou comigo e sempre segurou a minha mão. Ao meu pai, por torcer sempre pela minha vitória.

Ao meu irmão Diego, que sempre me incentivou e sempre acreditou que eu chegaria até aqui, e que sempre caminhou ao meu lado.

Aos meus amigos e amigas, que sempre me apoiaram em cada passo que eu dei. Em especial as minhas amigas e parceiras de vida, Gabrielle e Priscila, que sempre estiveram ao meu lado.

Aos meus amigos de faculdade, Silas, Izabelly, Matheus, Paulo Ricardo, Douglas, Daiane, João Paulo e Malu, por darem apoio nos momentos que eu mais precisei.

Ao meu orientador, Carlos Chula, por todo apoio dado a minha pessoa, e por caminhar nessa trajetória comigo.

Aos meus professores, Romério, Pedro, Marcos, Matheus Ruas, Ellen e Anelise, por darem todo apoio necessário durante todos esses anos de curso.

Obrigado a todos os colegas de turma e a todos os professores que contribuíram para minha formação acadêmica. Gratidão.

Nada te deve angustiar, nada assustar, tudo passa. Só Deus permanece o mesmo. A paciência tudo alcança. A quem Deus possui nada lhe falta. Só Deus basta.

Santa Teresa D'Ávila

RESUMO

Pouco se fala em reparações, quando o assunto é relacionado aos efeitos causados pela umidade nas construções civis brasileiras. Nos últimos anos, tem-se observado uma crescente no aumento das patologias causadas pela umidade nas edificações residenciais. Essas patologias se dão por erros na fase de execução, falta de mão de obra qualificada, uso de materiais de baixa qualidade, entre outros. Este estudo, busca identificar as principais manifestações patológicas presentes nas edificações residenciais de concreto armado. O mesmo tem como objetivo apresentar os processos que podem evitar e/ou recuperar as manifestações patológicas causadas pela umidade, em estruturas de concreto. Além da umidade ser a principal causadora dos fatores apresentados anteriormente, os mesmos se não forem tratados, podem chegar a causar graves danos estruturais nas edificações residenciais. Entre os principais fatores causadores da umidade, estão: originados de construções, por capilaridade, por chuvas e vazamentos hidráulicos. Torna-se necessário ter em mente, o que precisa ser feito para evitar que a umidade se quer tenha início nas edificações residenciais, e nas construções em geral. Diante todas as soluções que podem ser usadas para o reparo/prevenção dessa patologia, a impermeabilização é o meio de prevenção mais estratégico a ser usado.

Palavras-chave: Patologias. Edificações Residenciais. Reparo. Prevenção. Construções. Umidade.

ABSTRACT

Little is said about repairs when it comes to the effects caused by moisture in Brazilian civil constructions. In recent years, it has been noticed a growing increase in pathologies caused by moisture in residential buildings. These pathologies are caused by errors in the execution phase, lack of qualified manpower, use of low-quality materials, among others. This study seeks to identify the main pathological manifestations presented in residential buildings of reinforced concrete. It aims to present the processes that can prevent and/or recover the pathological manifestations caused by moisture in concrete structures. In addition to moisture being the main cause of the factors presented above, these factors, if not treated, can cause serious structural damage to residential buildings. The main factors that cause moisture are the ones originated from constructions, by capillarity, rain and hydraulic leaks. It becomes necessary to keep in mind what needs to be done to prevent moisture from starting in residential buildings, and in construction in general. Given all the solutions that can be used for the repair/prevention of this pathology, waterproofing is the most strategic means of prevention to be used.

Key-words: *Pathologies. Residential Buildings. Repair. Prevention. Construction. Moisture.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – Eflorescência em paredes	17
FIGURA 02 – Bolor nas paredes	18
FIGURA 03 – Mofo em paredes	19
FIGURA 04 – Umidade, deterioração do reboco e da pintura	20
FIGURA 05 – Fissuras em paredes de alvenaria	22
FIGURA 06 – Tipos de corrosão e os fatores que as provocam	23

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 - Origem da umidade nas construções

16

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
PVC	Acetato de Vinila

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.2 HIPÓTESES	13
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 OBJETIVO GERAL	13
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	13
1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO	14
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 FORMAS DE MANIFESTAÇÃO DA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES	15
2.1 EFLORESCÊNCIA	16
2.2 BOLOR	17
2.3 MOFO	18
2.4 PERDA DE PINTURA	19
3 PATOLOGIAS CAUSADAS PELA UMIDADE NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	21
3.1 FISSURAS	21
3.2 CORROSÃO DA ARMADURA	22
4 VERIFICAR SOLUÇÕES PARA OS DANOS CAUSADOS PELA UMIDADE	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

Segundo Medeiros *et al.* (2020), o termo patologia surge de origem grega (páthos, doença, e logos, estudo), e é utilizado com amplitude em vários ramos do estudo científico, com conceituações do objeto de estudo variando conforme a área de atuação. Esse estudo das doenças, é comumente aplicado pela medicina na investigação de doenças no corpo humano. Mas diante do supracitado, esse estudo das doenças, termo mais conhecido no meio construtivo como patologia, se expandiu na engenharia.

A NBR 16747:2020 dita que o processo de inspeção predial visa ser suporte na gestão da edificação e, quando a inspeção acontece regularmente, contribui com a redução de riscos quanto do ponto de vista técnico, quanto do ponto de vista econômico, pois associam-se à perda do desempenho. Dito isso, pode-se afirmar que a norma citada, caminha junto com o termo patologia das construções, pois, só existe inspeção predial, se houver patologia a ser investigada, seja ela na fase de construção (obras residências), seja ela em edificações com a vida útil comprometida.

Impulsionado pela própria modernização da sociedade, o rápido desenvolvimento da construção civil para atender à crescente demanda por edificações (seja para trabalho, indústria ou habitação) impulsionou um grande salto tecnológico. Embora se tenha agregado conhecimento ao longo do desenvolvimento da engenharia civil, muitas edificações apresentam desempenho insatisfatório, devido às falhas involuntárias, imperícia, a má utilização de materiais, envelhecimento natural, erros de projeto, erros de execução, e outras tantas séries de fatores que contribuem para a deterioração das mesmas (AMBROSIO, 2004).

Dentre as várias patologias que afetam as edificações, aquelas causadas pela umidade estão entre as que mais degradam as estruturas de concreto armado. Existem várias maneiras que a umidade pode se manifestar, dentre elas, através dos materiais. Quando ela afeta a estrutura física da obra através dos materiais que foram utilizados ao decorrer da construção da mesma (como por exemplo no reboco, na pintura e no aço), esta mesma patologia interfere na durabilidade, e além disso, interfere na saúde do homem (SILVA, 2013).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Como prevenir os danos estruturais causados pela umidade em edificações de concreto armado?

1.2 HIPÓTESES

Para o problema de pesquisa acredita-se que a realização do projeto de impermeabilização, conforme dita a NBR 9575:2010 (Impermeabilização – Seleção e Projeto), seja uma das soluções mais descomplicadas para evitar os danos que as infiltrações podem trazer.

Além disso, supõe-se que a execução correta dos projetos, conforme a NBR 9574:2008 - execução de impermeabilização; além da manutenção da edificação contribuem significativamente para a redução das manifestações patológicas em edificações.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar os processos que podem evitar a manifestação patológica da umidade nas estruturas de concreto armado.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) identificar as formas de manifestação da umidade nas edificações;
- b) analisar os danos estruturais causados pela umidade nas edificações;
- c) verificar soluções para os danos causados pela umidade.

1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Mesmo com todos os avanços técnicos e científicos na construção civil, como plataforma BIM, escâner 3D, materiais ecológicos e sistemas inovadores de construção, ainda é significativo o crescimento das patologias, relacionadas à

umidade, nas edificações (SANTOS; SILVA; NASCIMENTO, 2017). Por isso, este estudo torna-se relevante.

1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO

Baseada nos procedimentos técnicos utilizados, a pesquisa do estudo em questão, caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, pois o desenvolvimento da mesma baseia-se em materiais já publicados, como livros, artigos e materiais disponíveis na internet (GIL, 2002).

Segundo Santaella (2001, p. 147), “[...] a descritiva limita-se a descrever, analisar e classificar fatos, sem que o pesquisador neles interfira [...]”. Visto isso, este estudo é classificado como de caráter descritivo, e está baseado em fontes secundárias, dentre as quais retiradas de plataformas de pesquisa, artigos científicos, livros, entre outras produções científicas.

Os dados apresentados neste estudo são traduzidos como qualitativos, pois as fontes de pesquisa são apresentadas de forma mais conceitual e ideológica. O principal objetivo da pesquisa qualitativa, consiste em resolver uma determinada situação, para que os próprios pesquisadores tomem conhecimento de seus problemas e das condições que os geram, a fim de desenvolver os meios e estratégias para que sejam resolvidos (CHIZZOTTI, 2000).

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo é apresentada a introdução do estudo em questão, o problema de pesquisa, as hipóteses para o problema do estudo supracitado, o objetivo geral e os objetivos específicos, a justificativa do estudo em questão e a metodologia.

Já no segundo capítulo são apresentadas as formas que a umidade se manifesta.

O terceiro capítulo analisa os danos estruturais causados pelas infiltrações nas edificações residenciais.

No quarto capítulo busca-se mostrar as soluções para os danos estruturais que são causados pela umidade nas edificações residenciais.

O quinto capítulo apresenta as considerações finais sobre o trabalho.

2 FORMAS DE MANIFESTAÇÃO DA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES

As manifestações patológicas desenvolvem-se através de problemas recorrentes ao decorrer de sua vida útil, relacionando-se ao tempo de vida da construção, ao clima, aos materiais, às técnicas construtivas que são utilizadas e ao nível de controle de qualidade realizado (CARVALHO; OLIVEIRA; MONTEIRO, 2021).

A umidade não é apenas uma dentre as várias causas das patologias, ela também age como um intermédio para que grande parte de outras patologias nas construções, venham a acontecer. Dentre os fatores para o surgimento de patologias, a umidade se destaca como fator primordial para o aparecimento de eflorescências, corrosão da armadura, mofo, bolores, perda de pintura e reboco, e até mesmo causa de acidentes estruturais. As manifestações patológicas podem ocorrer em diferentes partes das edificações, como em pisos, paredes, lajes, tetos, e em fachadas (VERÇOZA, 1991).

Os defeitos mais comuns na construção civil, são decorrentes da penetração da água ou quando manchas de umidade são formadas. Esses defeitos causam problemas graves e de difíceis soluções, como prejuízos de caráter funcional da edificação, desconforto dos usuários e abalo na saúde dos moradores em casos extremos, danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações, e inúmeros prejuízos financeiros (SOUZA, 2008).

As manifestações causadas pelos problemas relacionados à umidade, podem ocorrer em diversos elementos das edificações, como em pisos, paredes, fachadas, elementos de concreto armado, dentre outros. Num contexto geral, eles não estão relacionados a uma única causa (SOUZA, 2008).

Além ser uma causa de surgimento patologias, a umidade também age como um meio necessário para que grande parte das patologias nas construções venham a ocorrer. A umidade também é fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes na parte estrutural da edificação. (VERÇOZA, 1991).

Segundo Verçosa (1991), as umidades nas construções são originadas das seguintes formas:

- trazidas durante a construção;
- trazidas por capilaridade;
- trazidas por chuva;

- resultantes de vazamentos das encanações hidráulicas;
- condensação.

No quadro a seguir, quadro 01, são apresentadas as definições das origens dos tipos de umidade presente nas construções.

QUADRO 01- Origem da umidade nas construções

Origens	Presente na
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção da argamassa Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados) Paredes Lajes de terraços
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamento de rede de água e esgotos	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens

Fonte: Brasil Escola, 2008

Segundo Verçosa (1991) e Klein (1999), a umidade oriunda da execução da construção, é aquela que é necessária para a obra, mas que desaparece com o tempo. É encontrada dentro dos poros dos materiais, como as águas utilizadas para concretos e argamassas, pinturas e outros.

2.1 EFLORESCÊNCIA

As eflorescências ocorrem devido a infiltração de água no concreto, que causa alteração da coloração do substrato. Normalmente costuma ser esbranquiçada, composta por sais que se precipitam e recobre a área afetada (WEIMER, 2018).

Ocorre em qualquer elemento da edificação. Ela pode trazer modificações apenas estética ou ser agressiva. No primeiro comportamento, a eflorescência altera a aparência do elemento onde está depositada e, no segundo, devido aos sais constituintes, pode chegar a causar degradação profunda. É notório um contraste de cor maior quando se tem mais sais (eflorescência branca) e uma base de tijolos vermelhos (SOUZA, 2008).

A Figura 01, ilustrada a seguir, apresenta as eflorescências nas paredes.

FIGURA 01 - Eflorescência



Fonte: Speranza Engenharia e Consultoria, 2022

2.2 BOLOR

Segundo Galdino et al. (2016), o bolor é um tipo de fungo que cresce principalmente em paredes e está ligado diretamente à umidade. O seu desenvolvimento em edificações pode trazer sérios danos à saúde dos moradores como doenças respiratórias, principalmente aqueles que sofrem de alergias. Para acabar com o bolor, deve-se primeiramente consertar os problemas de infiltrações e vazamentos, para depois realizar a aplicação de algum fungicida ou algum outro tipo de material.

A ocorrência de bolor nas edificações pode ser evitada já na fase de projeto, onde precisa ocorrer a decisão de medidas para precaver o problema citado. Tais medidas visam garantir uma ventilação, iluminação e insolação adequada aos

ambientes da edificação, assim como a idealização da diminuição de risco de condensação nas superfícies internas dos componentes, e também precaver de riscos de infiltração de água através de paredes, pisos e/ou tetos (ALUCCI; FLAUZINO; MILANO, 1985).

A Figura 02, apresentada a seguir, apresenta os bolores nas paredes.

FIGURA 02 - Bolor nas paredes



Fonte: AECweb, 2013

2.3 MOFO

O mofo, Figura 03, é uma espécie de fungos formadas a partir de esporos que circulam no ar e que se desenvolve de acordo de como está a condição local, ou seja, quando aumenta a umidade nos locais, haverá pouca ventilação. Uma outra causa muito comum desse fungo, é o vazamento da encanação, seja no interior ou no exterior do local (GALDINO *et al.*, 2016).

Segundo Galdino *et al.* (2016), é perceptível que para impedir a produção de mofo, deve haver controle na umidade relativa do ambiente. Todavia, é preciso que se tenha várias precauções para impedir a proliferação desse fungo, como manter o local seco para que não se tenha o processo de condensação do ambiente, deixar portas e janelas abertas para que o ar possa circular em todos os cômodos, observar se há infiltração de água (se houver, tratar o mais rápido que for possível), realizar limpezas corretas em vasos sanitários, chuveiros, pias e armários (principalmente em cômodos em que se utiliza muita água, como é o caso dos banheiros, cozinhas e dependências), ter atenção se há ou não excesso de umidade

nas paredes onde passa tubulação de ar condicionado, fazer utilização de pintura antimoho quando houver pintura na edificação.

FIGURA 03 - Mofo em paredes



Fonte: EPEC Engenharia Civil, 2021

2.4 PERDA DE PINTURA

Uma das causas mais frequentes da deterioração da pintura, Figura 04, é a infiltração, que acaba causando na maioria das vezes descascamentos, deslocamentos, bolhas, dentre outros. Antes de se começar um processo de pintura, deve-se eliminar todo e qualquer foco de umidade. Dentre as áreas críticas que estão sujeitas à infiltração, pode-se citar as áreas próximas do rodapé, muros, tetos em geral, tubulações, jardineiras, áreas de banheiros e cozinhas, e próximo as esquadrias de portas e janelas (SANTOS, 2010).

Alguns dos produtos mais utilizados nos sistemas de pintura, são apresentados a seguir. Látex PVA é uma tinta de fácil aplicação, secagem rápida, baixo odor, e proporciona um fino acabamento fosco aveludado, trazendo requinte e sofisticação aos ambientes. É um produto da mais alta qualidade, com ótima cobertura e rendimento. Acrílicos é um produto de fácil aplicação e secagem rápida.

Possui ótima cobertura e alastramento. Devido a sua intensidade de brilho, proporciona alta impermeabilidade quando aplicada em ambientes externos e em superfícies internas oferece grande facilidade de limpeza. Possui alta durabilidade, resistência, cobertura e rendimento. Esmalte Sintético é indicado para aplicação em superfícies de metal e madeira, de fácil aplicação e alta resistência às intempéries. Possui ótima secagem, além de proporcionar excelente acabamento. Vernizes é indicado para tratamento, proteção e embelezamento da madeira, que por ser um material nobre e 100% natural, precisa de cuidados especiais que realcem e mantenham sua beleza. Texturas possibilita diversos tipos de acabamento, podendo ser aplicado com rolos de efeitos especiais, escovas, esponjas, etc. É um produto de uso bastante flexível, podendo dar, sob aplicação de verniz, um efeito de envelhecido (SANTOS, 2010).

FIGURA 04 - Umidade, deterioração do reboco e da pintura



Fonte: JM Engenharia Diagnóstica, 2020

3 PATOLOGIAS CAUSADAS PELA UMIDADE NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Segundo Souza e Ripper (2009), o crescimento acelerado da construção civil, em alguns lugares, acabou gerando a necessidade de inovações que trouxeram a aceitação implícita de riscos maiores. Ainda que dentro de certos limites, a progressão do desenvolvimento tecnológico ocorreu naturalmente, e junto com ela, o aumento ainda maior do conhecimento sobre estruturas e materiais, em especial através do estudo e análise dos erros acontecidos, que estavam resultando em deterioração precoce ou em acidentes.

Uma das maneiras da manifestação da umidade é quando surgem vazamentos nas edificações residenciais e os mesmos não são tratados, ou quando no período chuvoso, a água da chuva cai sobre as paredes das residências, o que gera na maioria das vezes infiltrações. A infiltração surge quando, na maioria das vezes, ocorrem erros na concepção e/ou execução do projeto, ou podem surgir durante a vida útil das edificações residenciais (FERREIRA, 2014).

3.1 FISSURAS

Fissuras são trincas estreitas, rasas e sem continuidade, conforme são apresentadas na Figura 05. Várias são as causas que explicam a formação das fissuras, entre elas a má qualidade da argamassa fina, o tempo insuficiente de hidratação da cal antes da aplicação do reboco, e a camada muito grossa da massa fina (MONTECIELO; EDLER, 2016).

No que tange as fissuras no concreto devido à torção, o tipo de ferragem ideal para ser usada para se combater esse esforço, deve ser colocada de forma vertical (estribos) e longitudinal (ferros de pele). Entretanto, se a questão é executar um reforço para combater as tensões de torção já instaladas, podemos recorrer, dentre outros processos, à colocação de estribos adicionais, em que o sistema de preenchimento de concreto é feito de forma convencional com uso de formas e lançamento do concreto através de furos feitos na laje. Contudo, dependendo das condições locais e do volume de serviço, pode-se optar pelo preenchimento fazendo utilização de concreto projetado, sendo está uma solução eficaz, uma vez que o

concreto tem baixa relação água/cimento, fica bem adensado e com uma ótima aderência por ser lançado sob alta pressão (MARCELLI, 2007).

As fissuras que ocorrem devido à compressão, podem ser evitadas por um dimensionamento que considera a ação de todos os esforços atuantes na peça e, por sua vez, o uso seja compatível com o carregamento previsto em projeto. Entretanto, se o problema já estiver implantado, pode-se recorrer ao reforço do elemento estrutural de diversas maneiras como utilizar-se a colagem de chapas de aço, ou a colocação de armadura para servir como suplemento e posterior enchimento com graute ou microconcreto.

FIGURA 05 - Fissuras em paredes de alvenaria



Fonte: Vistoria & Laudo, 2014

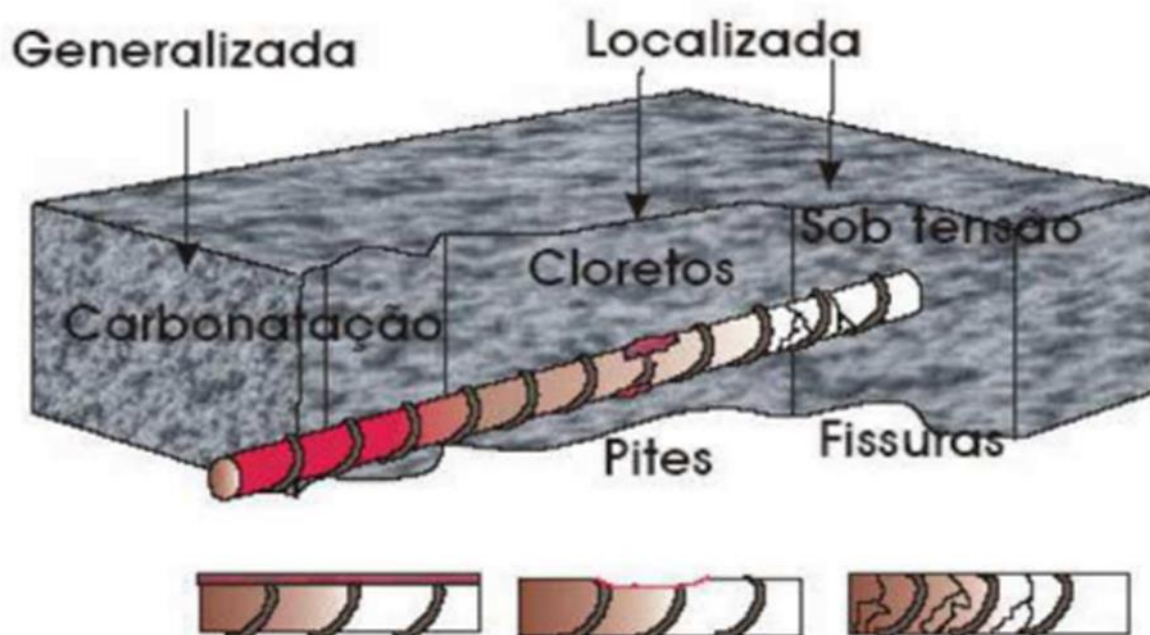
3.2 CORROSÃO DA ARMADURA

Segundo Figueiredo e Meira (2013), a corrosão das armaduras ocorre pela formação de uma pilha eletroquímica no interior do concreto armado, desenvolvendo assim um cátodo e um ânodo numa barra de aço, sendo oxidado na parte anódica e reduzido na catódica. São necessários vários fatores para que ocorra a corrosão de armaduras, e um destes é a água. A água é essencial para que ocorra a reação catódica de redução de oxigênio, e porque influi na resistividade do concreto e na permeabilidade ao oxigênio.

Para Cascudo (1997), Figura 06, os principais agentes agressivos que desencadeiam a corrosão das armaduras são a ação dos íons cloretos (corrosão localizada por pite), redução de PH do aço (corrosão generalizada → carbonatação) e corrosão localizada sob tensão fraturante.

FIGURA 06 - Tipos de corrosão e os fatores que as provocam

Corrosão de armadura



Fonte: Cascudo, (1997)

4 VERIFICAR SOLUÇÕES PARA OS DANOS CAUSADOS PELA UMIDADE

Uma das maneiras para que aconteça a remoção das eflorescências, é escovar a seco a superfície com escova de cerdas de aço, e dar prosseguimento na limpeza com solução muriático. Caso a patologia atinja áreas grandes, pode-se fazer a utilização do jateamento de areia (NBR 7200:1998, p.6).

A renovação da pintura, ainda não é o suficiente para a resolução desse problema. É necessário fazer a retirada do reboco antigo, e fazer um novo reboco com argamassa impermeabilizante antes da realização da pintura. Vale ressaltar que deve ser feito um tratamento na parte estrutural como um todo (VEDACIT, 2010).

Segundo Ferraz (2016), uma das alternativas para a correção nas áreas com mofo e bolor, pode ser lavar a área com escova de nylon e fazer uso de uma solução aquosa, e de hipoclorito de sódio na proporção 1:1, aguardar a solução agir por 15 minutos, fazer a lavagem com água para eliminar os vestígios da solução, aguardar secar e pintar.

A NBR 7200:1998 diz que uma das alternativas para a remoção de bolores e fungos pode ser: escovar a superfície com escovas de cerdas duras com solução de fosfato de trissódico (30 g Na_3PO_4 em 1 L de água) ou com solução de hipoclorito de sódio (4% a 6% de cloro ativo) e enxaguar com água limpa em abundância.

Para se evitar o surgimento dessas fissuras, recomenda-se seguir as recomendações preconizadas no que tange à cura do concreto. Porém, se o problema já existir, é necessário proceder ao selamento das mesmas para que haja proteção das ferragens contra os ataques que se referem ao meio ambiente, que poderão se infiltrar por meio dessas fissuras (MARCELLI, 2007).

Segundo Marcelli (2007), para se evitar fissuras geradas pela variação de umidade, deve-se ter concretos bem dosados com relação água/cimento próximos do ideal, executados de maneira a resultar em peças bem adensadas com baixa porosidade. Para as fissuras que já existem, é necessário proceder à colmatação das mesmas com selantes plásticos que possam acompanhar as movimentações dimensionais e proteger contra os ataques do meio ambiente.

Aponta-se o reforço na ferragem de flexão em viga de concreto, como uma, dentre tantas alternativas apontadas. Nesse caso, o enchimento pode ser realizado com microconcreto bem dosado, quando a largura permitir ou usar graute em situações de extrema dificuldade para preenchimento. Outra alternativa, apresentada

por Marcelli (2007), é na qual se emprega concreto projetado. Essa opção se torna viável quando o volume de serviço a ser executado justifica a mobilização desse tipo de equipamento, sendo uma excelente alternativa técnica, visando que o concreto projetado utiliza baixa relação água/cimento, tem alto poder de aderência e alta compacidade por ser lançado sob uma alta pressão. Os mesmos cuidados que foram citados anteriormente, valem como cuidados para prevenção à fissuras no concreto devido ao cisalhamento.

As fissuras em concreto armado devido à corrosão das armaduras são bastante comuns nas edificações e precisam ser tratadas corretamente a fim de bloquear o processo e não agravá-las como tem ocorrido em muitas obras, nas quais não se procura identificar, diagnosticar e corrigir as verdadeiras causas do problema. Para se propor uma solução correta, deve-se analisar a fonte geradora do problema e somente depois de estudar com rigor todas as condições envolvidas, apresentar uma solução que tenha um excelente desempenho técnico e econômico.

4.1 IMPERMEABILIZAÇÃO

Segundo Alonso (2020), a impermeabilização é um processo que é essencial para a prevenção à umidade, e que dependendo da área de atuação que está inserida, pode elencar diferentes definições. Todavia no que tange à construção civil, constitui-se como sendo um conjunto de fatores que tornam possível às operações técnicas construtivas, que compõem camadas com um objetivo de proteger de ações ocasionadas pela umidade.

No que tange a impermeabilização, a mesma é definida pela NBR 9575:2010, como o conjunto construtivo operacional e técnico (serviços) constituído por uma ou mais camadas, cuja finalidade é proteger a edificação dos efeitos nocivos de líquidos, vapores e umidade. Esses mesmos efeitos supracitados são os principais agentes causadores das infiltrações nas edificações residenciais de concreto armado. A impermeabilização é a principal fonte geradora de ajuda para o combate à umidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível observar uma crescente no avanço da tecnologia na construção civil nos últimos anos. Mas mesmo com esta crescente na tecnologia, as patologias ainda não deixam de estar presente nas edificações. Isso ocorre por erros na fase de execução das edificações, pela falta de mão de obra qualificada, pela compra de materiais de baixa qualidade, visando a economia da obra, mas na maioria das vezes essa economia acaba se tornando um gasto ainda maior, dentre outros fatores. Esses são alguns dos fatores, que podem causar sérios danos estruturais numa construção e/ou reparação de edificações residenciais. Os fatores apresentados, são os principais responsáveis na redução da vida útil das edificações residenciais.

A umidade é uma das manifestações patológicas mais evidentes presente nas residências, e também uma das que mais geram desconforto para os moradores, bem como é uma das que mais causam danos estruturais nessas mesmas edificações. Muito se vê, pelo olhar superficial, que a umidade pode ser ocasionada somente no período chuvoso, mas esse pensamento é uma inverdade, visto que existem outros diversos fatores que causam esta manifestação patológica.

É preciso pensar no que pode ser feito para evitar que as infiltrações causadas pela umidade causem danos estruturais nas edificações. Se faz necessário tomar as precauções devidas para evitar a ocorrência da umidade, para que não chegue ao ponto de a mesma causar danos estruturais, e nem acarretar possíveis rupturas de edificações. Visto isso, é de suma importância destacar também, quais precauções podem ser adotadas para corrigir a infiltração causada pela umidade, no processo de construção, de reforma ou de reparação, podendo assim, prolongar a vida útil da edificação que apresentou/apresenta o fenômeno da infiltração causada pela umidade.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, Urbano Rodriguez. **Previsão e controle das fundações: uma introdução ao controle**. 3. ed. Ed. Edgard Blucher: São Paulo, 2020.
- AMBROSIO, Thais da Silva. **Patologia, Tratamento e Reforço de Estruturas de Concreto no metrô de São Paulo**. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2004. 130 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento: Referências. Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização - Seleção e Projeto. 2. ed. Rio de Janeiro, 2010. 14 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747**: Inspeção Predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. 1. ed. Rio de Janeiro, 2020. 14 p.
- CARVALHO, Emanuella; OLIVEIRA, Monalisa; MONTEIRO, Eliana. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**. Aracaju: Repa, v. 6, n. 1, 2021.
- CASCUDO, Osvaldo. **O Controle da Corrosão das Armaduras em Concreto**. Inspeção e Técnicas Eletroquímicas. São Paulo: Pini, 1997.
- CECHINEL, Bruna Moro; VIEIRA, Fábio Linemberg; MANTELLI, Priscila; TONEL, Sávio. **Infiltração em Alvenaria**: estudo de caso em edifício na grande Florianópolis. Florianópolis, 2009. 18-24 p.
- CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisas em Ciências Humanas e Sociais**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000. 106 p.
- FERRAZ, B. T. B. **Estudo das principais manifestações patológicas causadas por umidade e infiltrações em construções residenciais**. Universidade Católica de Pernambuco – Centro de ciência e tecnologia. Recife, 2016.
- FERREIRA, Ana Paula Batista. **Análise de Infiltrações em Serviços de Pós-Obra Utilizando a Termografia de Infravermelho**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2014. 23 p.
- FIGUEIREDO, Enio Pazini; MEIRA, Gibson. **Corrosão das Armaduras das Estruturas de Concreto**. Porto alegre: Boletim técnico ALCONPAT Internacional, 2013.
- FRAZÃO, Átila Vilela; ROCHA, Moisés das Chagas; ANTUNES, Elenice Maria Oliveira. **Manifestações Patológicas das Edificações Encontradas nas Casas Populares do Programa Minha Casa Minha Vida em Nova Serrana - MG**, Nova Serrana, 2021. 1 p.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

JUNIOR, João Mario Foganholo; MARCO, Gerson De. **Impermeabilização: Caracterização, Execução e Desempenho**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Araraquara, Araraquara, 2019. 18 p.

KLEIN, D. L. **Apostila do Curso de Patologia das Construções**. Porto Alegre.

MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de; FRANÇA, Alessandra A. V.; MARCONDES, Carlos G. N.; da ROCHA, Francielle C.; HELENE, Paulo. **Patologia das Construções - Uma Especialidade da Engenharia Civil**, Paraná, 2020. 72-73 p.

MONTECIELO, Janaina; EDLER, Marco Antônio Ribeiro. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Curso de Arquitetura. Universidade de Cruz Alta, Rio Grande do Sul, 2016. 10 p.

SANTAELLA, Lucia. **Comunicação e Pesquisa**: projetos para mestrado e doutorado. São Paulo: Hacker Editores, 2001. 216 p.

SANTOS, Cleyton Roberto Bezerra dos; SILVA, Dione Luiza da; NASCIMENTO, Ismaylly Michel Silva do. **Incidência de Manifestações Patológicas em Edificações Residenciais na Região Metropolitana do Recife (RMR)**. v. 2, n. 3. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, Recife, 2017. 76 p.

SANTOS, Tábata Cristiane Simões dos. **Plano de ação voltado à manutenção de sistemas de pintura em escolas públicas**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Londrina, 2010. 56 p.

SILVA, Igor de Sousa; SALES, Juscelino Chaves. **Patologias ocasionadas pela umidade: Estudo de caso em edificações da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Vale do Acaraú, João Pessoa, 2013. 16 p.

SILVA, Thayná Caldas. **A Importância da Elaboração e Aprovação de Projetos Hidrossanitários para o Desempenho das Edificações**: Estudo de Caso do Bloco Engenheiro Nelson Ribeiro Porto da Universidade Federal do Amazonas TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021. 74 p.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 2009. 262 p.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas por umidade nas edificações**. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. 64 p.

VEDACIT, **Manual técnico de impermeabilização de estruturas**. 6. ed. 2010. 110 p.

VERÇOZA, Ênio José. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172 p.

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