

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS RELACIONADAS À IMPERMEABILIZAÇÃO  
EM LAJES DE COBERTURAS EM EDIFICAÇÕES**

***PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS RELATED TO WATERPROOFING IN ROOF  
SLABS IN BUILDINGS***

*Danielle dos Santos Félex<sup>1</sup>  
Thamirys Rakel Vieira de Lacerda<sup>2</sup>  
Pedro Henrique de França Silva<sup>3</sup>*

**RESUMO**

O presente trabalho buscou identificar e analisar as manifestações patológicas em lajes de cobertura que vem conquistando a sua importância devido à necessidade de prolongar a vida útil por motivos econômicos e ambientais. A impermeabilização é uma etapa essencial na construção civil, mas vem sendo relegada, na maioria das vezes por contenção de custos e desinformações, resultando no aparecimento dessas manifestações patológicas. Os custos de reparos dessas patologias podem ser até quinze vezes maiores do que se fossem executados no andamento da obra. Metodologicamente o estudo é de caráter bibliográfico, descritivo e exploratório, tendo abordagem qualitativa. Conclui-se que, com conhecimento técnico e reconhecendo a grande importância que se deve ter na execução de todas as etapas do processo construtivo, sobretudo no sistema de impermeabilização, uma vez que é esse sistema que impede um dos maiores responsáveis pelas patologias nas lajes de coberturas que são as infiltrações, além de garantir a vida útil e desempenho das edificações.

**Palavras-chave:** Lajes de Cobertura; Impermeabilização; Manifestações Patológicas.

**ABSTRACT**

The present work sought to identify and analyze the pathological manifestations in roof slabs that have been gaining importance due to the need to extend their useful life for economic and environmental reasons. Waterproofing is an essential step in civil construction, but it has been neglected, most often due to cost containment and misinformation, with no appearance of these pathological manifestations. The costs of repairing these pathologies can be up to fifteen times greater than if they are reduced in the course of the work. Methodologically, the study is

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil pela Faculdade Estácio de João Pessoa. E-mail: daniellesfelex@gmail.com

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Civil pela Faculdade Estácio de João Pessoa. E-mail: thamilacerd@hotmail.com

<sup>3</sup> Professor Orientador Específico de TCC do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Estácio de João Pessoa. E-mail: pedro.franca@live.estacio.br

bibliographical, descriptive and exploratory, with a qualitative approach. It is concluded that, with technical knowledge and recognizing the great importance that must be had in the execution of all stages of the construction process, especially in the waterproofing system, since it is this system that prevents one of the most responsible for the pathologies in the slabs of coverings that are infiltrations, in addition to guaranteeing the useful life and performance of buildings.

**Keywords:** Cover Slabs; Waterproofing; Pathological Manifestations.

## INTRODUÇÃO

A construção civil brasileira presencia um amplo cenário de desenvolvimento, buscando-se novos materiais e novas opções construtivas a fim de atender as exigências do consumidor que busca um produto final de qualidade, considerando aspectos funcionais, estéticos, técnicos, além do conforto. Devido à ampla concorrência no mercado, construtoras e incorporadoras têm priorizado cada vez mais a agilidade na conclusão das obras, com o menor consumo e custo de materiais possível para manterem-se competitivas (PUJADAS, 2007).

Com os orçamentos mais enxutos e a necessidade da agilidade na conclusão das obras, algumas etapas construtivas consideradas menos importantes acabam negligenciadas. São identificadas ausências e/ou falhas de projetos específicos que garantam a eficácia na fase de execução aliado com um sistema de controle de qualidade e/ou a falta de procedimentos construtivos adequados, além de um plano de manutenção predial que são os principais fatores que influenciam diretamente ao surgimento de manifestações patológicas nas edificações (DARDENGO, 2010).

A Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 15575 – Desempenho das Edificações (ABNT, 2013) nos traz um grande avanço na construção civil e se torna uma aliada do consumidor, já que estabelecem parâmetros mínimos de qualidade nos âmbitos de segurança, acessibilidade, conforto, estética, funcionalidade e demais necessidades agregadas durante toda a vida útil da edificação, dando força aos direitos do consumidor e trazendo maior responsabilidade técnica quanto à qualidade das obras realizadas.

A impermeabilização afeta diretamente na vida útil e no desempenho das edificações, garantindo maior proteção dos elementos da obra sujeitos à exposição dos intemperismos a exemplo das lajes de coberturas, entretanto, muitas vezes é negligenciada. A desinformação a respeito das técnicas e materiais de impermeabilização, além da falta de um projeto e o

controle de qualidade adequado, gera improvisação da execução dos sistemas impermeabilizantes e são responsáveis por um grande número de falhas (RIGHI, 2009).

O artigo aqui apresentado tem como objetivo geral identificar as manifestações patológicas relacionadas à falta e/ou mau desempenho da impermeabilização em lajes de coberturas nas edificações. Como objetivos específicos: Buscar estudos e especificações referentes ao sistema impermeabilizante da laje de cobertura da edificação; e mostrar as possíveis causas das manifestações patológicas detectadas e as soluções tecnicamente viáveis.

Diante do exposto, o desenvolvimento do presente trabalho se justifica a partir da necessidade de mostrar os problemas relacionados à falta e/ou mau desempenho da impermeabilização em lajes de cobertura, tendo no âmbito das análises e das causas das manifestações patológicas.

## **BREVE HISTÓRICO DO CONCRETO ARMADO**

Desde 2000 anos a.C., na Ilha de Greta, a argamassa de cal já era utilizada, onde no terceiro século a.C., os romanos descobriram uma areia fina vulcânica que, misturada com argamassa de cal, resultava em uma argamassa muito resistente com possibilidade de ser aplicada sob a água. (MACGREGOR, 1997).

Os romanos faziam uso de uma pozolana com origem vulcânica, misturada à água, areia e pedra, dando origem aos concretos que foram aplicados em construções que perduram até os dias de hoje, como o Panteão, construído durante o primeiro século da era cristã. (McCORMAC; NELSON, 2006).

Inicialmente empregado apenas em tubulações hidráulicas e embarcações, a partir de fins do século XIX o concreto armado passou a ser utilizado também nas edificações, Junto com o vidro e o aço, ele constitui o repertório dos chamados “novos materiais” da arquitetura moderna, que são produzidos em escala industrial e viabilizam arranha-céus, silos, pontes, estações ferroviárias em suma, aqueles novos objetos arquitetônicos característicos do cenário do mundo modernizado do século XX. (BENEVOLO, 1976)

No Brasil, o desenvolvimento do concreto armado teve início em 1901 no Rio de Janeiro, com a construção de galerias de água, e em 1904 com a construção de pequenos sobrados e casas; em 1908 foi construída uma primeira ponte com 9m de comprimento, em São Paulo, no ano de 1910 foi construída uma ponte com 28m. No ano de 1907 na cidade de São Paulo foi construído o primeiro edifício sendo um dos mais antigos do Brasil em

“cimento armado”, possuindo três pavimentos. Em meados de 1924 quase todos os cálculos estruturais passaram a ser feitos no Brasil, com destaque para o engenheiro estrutural Emílio Baumgart. (VASCONCELOS, 1985).

A Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 6118-2014, aplica a definição para elementos de concreto armado: “são aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência”. No item 6.1, a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 6118-2014, cita exigências recomendadas para durabilidade das estruturas de concreto armado: “que devem ser projetadas e construídas de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas conforme preconizado em projeto, conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o prazo correspondente à sua vida útil”.

## **FUNÇÃO DOS SISTEMAS DE COBERTURAS EM EDIFICAÇÕES**

De acordo com a Norma Brasileira 15575-5 (2013), os sistemas de coberturas (SC) exercem funções importantes nos edifícios habitacionais, desde a contribuição para a preservação da saúde dos usuários até a própria proteção do corpo da construção, interferindo diretamente na durabilidade dos demais elementos que a compõem.

Ainda de acordo com norma citada, os SC impedem a infiltração de umidade oriunda das intempéries para os ambientes habitáveis; previnem a proliferação de microrganismos patogênicos, e de diversificados processos de degradação dos materiais de construção – incluindo apodrecimento, corrosão, fissuras de origem hidrotérmica e outros, por esses motivos, os SC devem ser planejados e executados de forma a proteger os demais sistemas (NBR 15575-5, 2013).

Sendo a parte mais exposta da edificação, as coberturas recebem a radiação direta do sol, o sistema exerce predominante influência na carga térmica transmitida aos ambientes, influenciando diretamente no conforto térmico dos usuários e no consumo de energia para acionamento de equipamentos de ventilação forçada e/ou condicionamento artificial do ar (NBR 15575-5, 2013).

Ao integrarem-se perfeitamente ao corpo dos edifícios habitacionais, os sistemas de cobertura interagem com sistemas de instalações hidrossanitárias, sistemas de proteção de

descarga atmosférica, sistemas de isolamento térmica e outros, necessariamente previstos em projetos (NBR 15575-5, 2013).

## **A IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO**

De acordo com Bastos (2014), a impermeabilização tem grande importância nas construções, pois, ela tem como finalidade proteger a edificação dos danos causados pela água, trazendo transtornos que irão aparecer juntamente com as patologias, que surgiram devido a infiltração da água, composta por oxigênio e entre outros elementos agressivos da atmosfera (gases poluentes, chuva ácida, ozônio), como todos os materiais que fazem parte da construção civil padece do processo de deterioração e degradação perante a presença dos meios agressivos da atmosfera.

Um comportamento semelhante foi verificado por Barroso (2011), quando ele afirma que todos os componentes de uma edificação, principalmente os que fazem parte do sistema de cobertura são os mais atingidos e, tem mais possibilidades de sofrerem com as manifestações patológicas que possivelmente surgirão ao longo da vida útil, essas manifestações implicarão no seu nível de desempenho esperado.

A NBR 6118 (2014), ainda reforça que a cobertura das edificações não só tem como função de proteger, mas também manter a edificação íntegra, assegurando assim o estado limite de uso e o estado limite último, tornando assim a edificação inabitável, pois, ao longo do tempo irá apresentar deformidades estruturais, falta de conforto e abertura excessiva de fissuras.

Para Storte (2014), dentro dos seus relatos, evidencia a responsabilidade da impermeabilização no sistema construtivo vai além da beleza e da estética, ela entra no mérito das infiltrações, para âmbito de segurança, visto que a técnica de impermeabilização torna a estrutura mais resistente e com isso evita o desgaste e impedem que surjam os problemas de saúde provenientes da umidade, e evita o colapso das estruturas.

Em seus registros Bauer (2010), faz a associação entres os autores acima certificando-se de que as imperfeições no sistema de impermeabilização das lajes podem causar problemas pequenos desde manchas, bolor, eflorescência, como também pode causar problemas de grandes proporções como rachaduras, fissuras, trazendo riscos estruturais, levando ao comprometimento e segurança da edificação.

## MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES

A patologia das construções é a ciência que procura de forma metódica, estudar os defeitos existentes nos materiais construtivos, componentes e elementos da edificação como um todo, buscando diagnosticar as causas e compreender os meios de desencadeamento e de desenvolvimento do processo patológico, além das suas formas de manifestação (BOLINA; HELENE; TUTIKIAN, 2019).

Para Verçosa (1991) a patologia das edificações foca no estudo da identificação das causas e dos efeitos de problemas encontrados nas edificações, elaborando seu diagnóstico e correção.

O concreto já foi considerado um material extremamente duradouro em razão de algumas obras muito antigas, e ainda encontrarem-se em um ótimo estado de conservação, porém a deterioração precoce de estruturas recentes remete às causas das patologias do concreto (BRANDÃO; PINHEIRO, 1999).

As manifestações patológicas são ditas como anomalias que podem ser decorrentes da má execução, falha de projeto, do uso de materiais de baixa qualidade, vício construtivo, ou até mesmo informações incorretas facilitando com que os agentes patológicos causem mudanças e transformações nas estruturas, danificando e acometendo o produto ou serviço, e prejudicando a segurança da edificação (HELENE, 1993).

Segundo Cremonini (1988) as causas dessas patologias podem ser externas, quando os agentes causadores não são gerados por erros humanos, em decorrência das intempéries do meio ambiente, e internas, que são as que têm origem durante o processo construtivo.

A busca e diagnóstico de patologias se fazem necessário quando é verificado algum tipo de insatisfação com o desempenho da edificação, buscando assim o auxílio de um profissional capacitado, com a finalidade de solucionar o transtorno causado pelo problema, ressaltando também a importância da manutenção da estrutura.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2019) entende como inspeção, o conjunto de procedimentos técnicos e especializados que compreendem o levantamento de dados necessários à formulação de um diagnóstico e parecer da estrutura, visando manter ou restabelecer os requisitos de segurança estrutural, de funcionalidade e de durabilidade.

O diagnóstico permite identificar através do uso de métodos e equipamentos diversos, incluindo uma análise visual detalhada, testes não destrutivos e/ou destrutivos nos materiais e componentes (CARVALHO *et al.*, 2020).

Thomaz (1992), Helene (1993) e Cincotto (1988) partilham do mesmo conceito no que se refere às manifestações patológicas mais comuns encontradas nas edificações: os dois afirmam ser as ocasionadas pelas alterações de estruturas e elementos da construção, pela ação de umidade e por agentes biológicos.

## **CONCEITO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EXISTENTES NAS LAJES DE COBERTURAS**

As manifestações patológicas mais comuns em lajes são as infiltrações, fissuras, carbonatação, lixiviação, eflorescência, manchas de umidade, bolor e deterioração da estrutura de concreto, que trazem consequências sérias para a edificação, gerando um aspecto visual bastante desagradável. As infiltrações estão em maior escala por se tratar das lajes de cobertura, as quais estão sujeitas a receber uma maior quantidade de água proveniente da chuva. A impermeabilização é a principal proteção das construções contra a infiltração da água.

De acordo com Shirakawa *et al.*, (1995) a infiltração em concreto é a passagem de água da superfície, que penetra pelas aberturas do concreto.

Carbonatação é um processo físico-químico entre o hidróxido de cálcio e dióxido de carbono presentes no concreto, isso acontece porque o ar penetra nos poros do concreto e em sua composição ele contém gases como o nitrogênio, oxigênio e gás carbônico, e reduz o pH do concreto que é um fator de proteção das armações (CASCUDO; CARASEK, 2011).

A corrosão das armaduras em estruturas de concreto acontece através de processos eletroquímicos, sendo que a maioria das reações corrosivas tem presença de água ou ambiente úmido, aumentando com a heterogeneidade da estrutura, afetando diretamente a durabilidade, pois diminui a seção do aço e conseqüentemente, danos estruturais com implicações que podem levar ao colapso estrutural (THOMAZ, 1989).

As fissuras em concreto armado devido à corrosão das armaduras são muito comuns em nossas edificações, são aberturas entre 0,5 mm a 1mm, e apesar de serem bem comuns e aparentemente simples muitas vezes podem afetar a estrutura do edifício, e precisam ser tratadas adequadamente, a fim de bloquear o processo e não as agravar como tem ocorrido em algumas obras, é preciso acompanhar sua evolução para tomar as medidas necessárias o mais cedo possível (MARCELLI, 2007).

Já as fissuras que possuem aberturas com até 0,5 mm, estreitas e alongadas, geralmente são de gravidade baixa, por serem superficiais, não caracterizando um problema estrutural, mesmo assim é preciso ficar atento caso haja evolução, e também precisa de um tratamento apropriado, pois podem se tornar rachaduras ao longo do tempo. O termo fissura é utilizado para indicar a ruptura ocorrida no concreto sob processos mecânicos ou físico-químicos (FIGUEIREDO, 1989).

Eflorescência são formações esbranquiçadas e com aspecto escorrido nas superfícies, muito comuns e facilmente identificadas quando observamos construções, quando o concreto entra em contato com água e ácidos utilizada na construção ou até vinda por infiltração, causam a formação de sais de cálcio, esse processo patológico é conhecido como lixiviação (BAUER, 2010).

Mofos e bolores são causados por fungos vegetais desenvolvidos na superfície das edificações. O aparecimento de manchas, mofos, fungos e bolores nas construções são em grande parte consequência da umidade (LOTTERMANN, 2013).

## **METODOLOGIA**

O artigo aqui apresentado tem como metodologia uma pesquisa de caráter bibliográfico de dados pré-existentes, realizado na Faculdade Estácio de João Pessoa, com a finalidade de construção do trabalho de conclusão curso de bacharelado em Engenharia Civil. Para a coleta de dados foram utilizadas fontes bibliográficas, livros, artigos, teses, dissertações, normas, sites, dentre outras.

Este artigo teve como metodologia um estudo descritivo e exploratório, com interpretação qualitativa. Segundo Malhotra (2001), a pesquisa exploratória tem como abordagem eventos os quais necessita de uma definição para a problemática, usando a exatidão. Seu referente objetivo é enfatizar os parâmetros e entendimento identificando algumas semelhanças: processo de pesquisa flexível e não estruturado, bem como informações que são definidas ao acaso. A análise dos dados é qualitativa, a amostra é pequena e não específica, as asseverações são empíricas e o resultado, usualmente, são alinhados por outras pesquisas exploratórias ou conclusivas.

Segundo Mattar (2001), os mecanismos que fazem uso da pesquisa exploratória são extensos e variáveis; os métodos que compõem essa pesquisa são pesquisa e investigação de

fontes secundárias, observação de experiências, sondagem e estudos de casos escolhidos, dentro da observação informal.

Vergara (2000) relata que a pesquisa descritiva apresenta as características definidas e precisa de um fenômeno ou de uma população, para que haja uma correlação entre variáveis, definindo a natureza do estudo.

Uma pesquisa de abordagem qualitativa faz uma ponte de vínculo entre fenômenos ditos sociais e de certos comportamentos, ou seja, ela trabalha atrelada ao mundo da subjetividade do sujeito e o mundo objetivo, os quais não podem ser traduzidos em números.

A compreensão dos fenômenos e o resultado dos significados são ditos como alicerces no processo de interpretação da pesquisa qualitativa. De acordo com Lakatos e Marconi (2010, p. 269), há uma preocupação da pesquisa qualitativa em “[...] entender, pesquisar e estudar os conhecimentos de forma profunda, transcrevendo a dificuldade da conduta do ser humano”.

Os resultados estão apresentados e analisados de modo a descrever pesquisas de autores que trataram do tema abordado em contextos diferenciados, mas que divergiram ou concordaram em seus achados.

Quanto aos fatores éticos, o estudo foi desenvolvido em conformidade com os preceitos da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando referência todos os autores, obras, trabalhos e documentos utilizados na pesquisa. Não foi necessário submeter o artigo à apreciação de um Comitê de Ética, pois não se tratou de um estudo com seres humanos ou coleta de dados em banco de dados sigilosos, ou local que necessitasse de autorização para utilização dos dados, pois se tratou de um trabalho de revisão de literatura.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

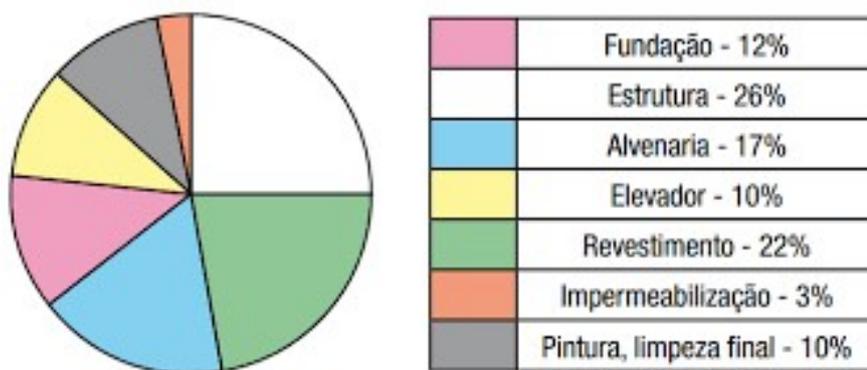
Os resultados verificados nessa pesquisa foram que as infiltrações de água é um dos maiores responsáveis pelas patologias nas lajes de coberturas, mas ainda assim, a impermeabilização não é considerada importante pelos construtores e incorporadores, apesar de o custo do sistema impermeabilizante no período de execução da obra ser economicamente mais viável.

O custo com a impermeabilização pode chegar até 3% do custo total da obra, a correção de falhas na impermeabilização pode acarretar na substituição de todo sistema de

impermeabilização, conseqüentemente o custo se torna muito mais elevado do que custo do serviço realizado na etapa de execução da obra, ficando em torno de 5% a 10% (SILVA *et al*, 2003).

De acordo com Porciúncula (2017), é de grande importância a averiguação da qualificação profissional de quem irá realizar a impermeabilização, posto que, refazê-la aumenta esse custo a uma diferença superior de 10% a 15% no valor total do serviço.

**Gráfico 1:** Porcentagem de investimentos nas edificações.



**Fonte:** VEDACIT (2009, p. 6).

É evidente a necessidade de maior atenção às questões que interferem no surgimento de manifestações patológicas relacionadas à impermeabilização em lajes de coberturas, pois essas anomalias podem gerar desde a insalubridade, sensação de insegurança, desconforto e até falhas estruturais, como a diminuição da vida útil da obra, provocando a insatisfação dos usuários e a falta de credibilidade da construtora junto aos seus clientes e profissionais.

Logo, ter um projeto de impermeabilização é essencial para minimizar a ocorrência das patologias, visto que, especifica os requisitos necessários para cada tipo de serviço realizado, com a determinação das áreas a serem impermeabilizadas e soluções para as interferências presentes entre todos os componentes construtivos existentes na execução da obra.

A NBR 9575 (2010) descreve projeto de impermeabilização como o conjunto de informações gráficas e descritivas que definem integralmente as características de todos os sistemas de impermeabilização empregados em uma construção, de forma a orientar claramente a produção dele.

Para Righ (2009) é indispensável que exista um projeto específico de impermeabilização assim como, os estruturais, arquitetônicos, instalações, entre outros, para analisar, detalhar, orientar, discriminar e adotar todas as metodologias pertinentes visando a melhor eficiência da impermeabilização compatibilizando os possíveis sistemas de impermeabilização a serem adotados com a concepção da edificação.

Segundo Antunes (2004) ter um projeto de impermeabilização é importante para diminuir a incidência das patologias, visto que mediante ao projeto há possibilidade de controlar e executar, podendo também prever especificidades construtivas e detalhamento dos acabamentos dos componentes da edificação.

A NBR 9575 (2010) também especifica os requisitos necessários para cada tipo de serviços e projetos a serem desenvolvidos, caracterizando como: estudo preliminar (contendo o relatório com qualificação das áreas, planilha contemplando os tipos de impermeabilização aplicáveis, de acordo com os conceitos do projetista e incorporador contratante); projeto básico (com a definição das áreas a serem impermeabilizadas e soluções para as interferências existentes entre todos os elementos e componente construtivos); projeto executivo (plantas das localizações, detalhes específicos e genéricos, detalhes construtivos, memorial descritivo de procedimentos e execução dos materiais e camadas de impermeabilização, planilha de quantitativos e serviços); serviços complementares ao projeto executivo de impermeabilização (metodologia para controle e inspeção, ensaios tecnológicos e diretrizes para elaboração do manual de uso, operação e manutenção).

Conforme descrito na pesquisa é de grande importância ter o conhecimento sobre a capacitação de quem irá realizar a impermeabilização, uma vez que umas das causas das manifestações patológicas é a mão de obra não especializada, podendo prejudicar na execução do projeto e impactando na vida útil da edificação.

Arantes (2007) ressalta a importância de seguir o detalhamento do projeto, e estudar os possíveis problemas que aparecem durante cada processo executivo da obra. Outros pontos fundamentais também são as especificações técnicas do material a ser aplicado, o sistema que será utilizado seguindo as características da qualidade, seu consumo, espessura, tempo de secagem, testes de estanqueidades, entre outros.

Righ (2009) reitera que para obter o sucesso na execução da impermeabilização, é imprescindível a atenção com as etapas anteriores à aplicação, ao exemplo da preparação da superfície e seus respectivos cuidados aos detalhes construtivos, do isolamento térmico e proteção mecânica, quando necessários.

De acordo com Schmitt (1990), a definição do sistema de impermeabilização deve ser levada em consideração em alguns fatores, como por exemplo: comportamento da peça em relação à movimentação térmica a que está submetida, desempenho do material escolhido, tipo de água que atua no local e a análise da relação custo benefício do material escolhido.

Para a escolha do sistema de impermeabilização pertinente, deve ser considerado as circunstâncias em que serão utilizados. Os principais aspectos a serem levados são: pressão hidrostática, frequência de umidade, exposição ao sol e cargas, movimentação da base e extensão da aplicação (RIGH, 2009).

No entendimento de Oliveira (2015), a seleção do sistema a ser escolhido deve ter como diretrizes: a máxima racionalização construtiva, atender aos requisitos do desempenho, adequação do sistema de impermeabilização aos demais subsistemas, componentes e elementos edificação, custo compatível com o empreendimento e durabilidade do sistema.

Conforme os relatos de Soares (2014), para execução da proteção do concreto é fundamental um sistema de impermeabilização composto por três processos, possuindo a mesma importância em sua formação e sua adequada construção, fazendo com todos os componentes do sistema, assumam suas funções evitando sobrecarga de algum sistema que são: base, impermeabilização e durabilidade.

A NBR 9575 (2010) chama atenção para o que se refere sobre as principais diretrizes do projeto de impermeabilização e estabelece que os sistemas impermeabilizantes podem ser divididos em rígidos e flexíveis.

Soares (2014) destaca como impermeabilização rígida, o composto de materiais ou produtos aplicáveis nas áreas construtivas não sujeita à fissuração ou a grandes deformações, não suportando a movimentação da estrutura.

A NBR 9575 (2010) cita que o sistema de impermeabilização flexível é o conjunto de matérias ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração. Para Arantes (2007), podem ser de dois tipos, moldadas no local e chamadas de membranas ou pré-fabricadas chamadas de mantas.

Em sua introdução a NBR 5674 (2012) destaca a importância da manutenção tornando evidente do ponto de vista econômico e sustentável que uma edificação seja descartada ao atingir baixos níveis de desempenho em consequência da falta da manutenção predial.

Compete à construtora informar a periodicidade e a forma que deve ser realizada a manutenção preventiva de cada sistema. O síndico da edificação, por sua vez, tem nas suas atribuições o dever de garantir que a manutenção esteja em dia, assim como, manter os registros de que os serviços foram realizados.

A NBR 14037 (2010) cita que o construtor ou incorporador deve entregar ao proprietário do imóvel o Manual de Operação, Uso e Manutenção da edificação e o proprietário de uma edificação ou o condomínio deve fazer cumprir e dispor os recursos para o plano de manutenção preventiva das áreas comuns.

A NBR 14037 (2011), cita que uma das principais causas das negligências com a manutenção é a definição do edifício em si como principal finalidade do processo construtivo, ou seja, quando se faz a entrega da edificação ao proprietário. Esta inversão de valores, que coloca o lucro em detrimento ao real objetivo pelo qual a edificação foi construída, ficando assim, a satisfação das necessidades dos usuários, em segundo plano.

Entende-se que existem diversas formas de classificação dos tipos de manutenção, destacam-se como principais: a manutenção preventiva e corretiva.

Segundo Perez (1988), a manutenção preventiva é praticada em períodos de tempo pré-estabelecidos a partir de informações técnicas, com a função de identificar e corrigir defeitos, evitando a ocorrência de falhas.

A NBR 5674 (2012) descreve manutenção preventiva por serviços, cuja realização seja planejada com antecedência, priorizando as solicitações dos usuários, hipóteses da durabilidade esperada dos sistemas, componentes ou elementos das edificações em uso, relatórios de verificações periódicas sobre o estado de degradação, gravidade e urgência.

A partir de um ponto de vista mais técnico a NBR 5674 (2012), estabelece que a Manutenção Corretiva é descrita por serviços que demandam intervenção imediata a fim de permitir a manter a integridade do uso dos sistemas, evitando riscos ou prejuízos aos seus usuários ou proprietários das edificações.

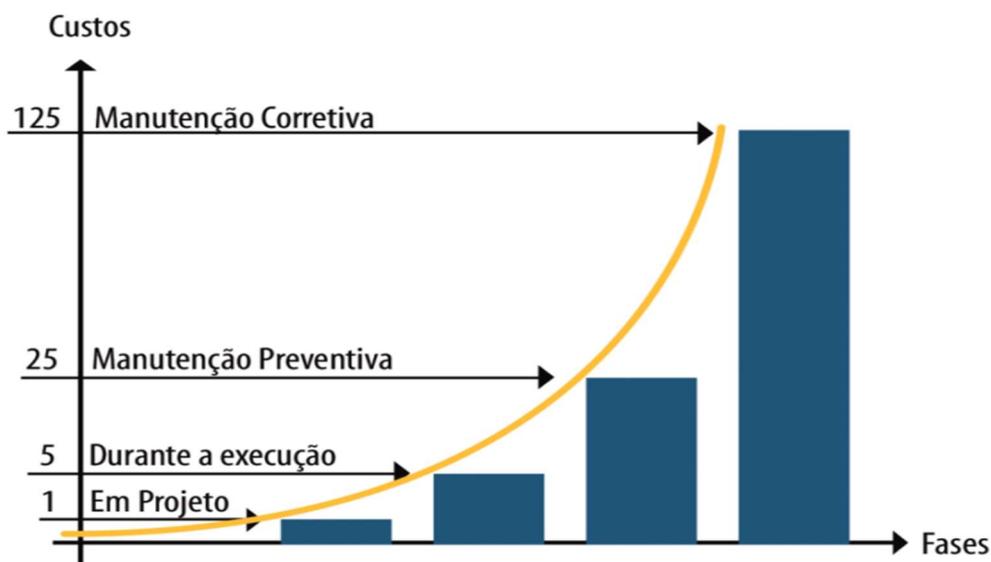
Como Kardec e Nascif (2009) evidenciam, ela atua em um fato já ocorrido, não há tempo para elaboração do serviço, e infelizmente ainda é mais praticado por uma questão cultural.

Xenos (1998) ressalva que mesmo que a manutenção corretiva tenha sido definida por decisão administrativa, não se pode simplesmente se conformar com a ocorrência de falhas como um fato previsível e normal, é fundamental o esforço para identificar as causas das falhas e saná-las, evitando sua reincidência.

Sabe-se que toda estrutura de concreto possui um desempenho estimado e está sujeita à ação de intempéries durante a sua vida útil. Porém, com a realização de inspeções periódicas, manutenções preventivas e reparos pontuais a fim preterir e até evitar o surgimento de tais problemas.

A Lei de Sitter aponta que os custos evoluem em função da fase de intervenção, ou seja, quando um problema é detectado e sanado ainda na fase de projeto é muito mais simples e economicamente viável do que na fase de manutenção, por exemplo. Esse aumento de custo segue uma progressão geométrica de razão cinco das intervenções de reparo e diagnóstico das patologias.

**Gráfico 2:** Lei da evolução de custos Sitter.



Fonte: TEMPORIM (2020).

As lajes de cobertura são expostas ao sol e a chuva de forma direta, portanto, o sistema de impermeabilização é indispensável para impedir que a superfície sofra com a ação das intempéries, colaborando para a vida útil da edificação.

Contudo, é imprescindível que o projeto de impermeabilização esteja previsto no orçamento da obra, haja vista que o custo da prevenção é bem inferior à manutenção corretiva, a escolha de trabalhar com profissionais qualificados, tanto para a elaboração do projeto, quanto para execução, é extremamente importante.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com este trabalho foi possível verificar que as manifestações patológicas relacionadas a construção civil podem ter suas origens em qualquer uma das fases do processo construtivo. Observa-se que dois principais fatores que contribuem para o surgimento dessas anomalias relacionadas à impermeabilização dizem respeito a ausência ou falha de projetos de impermeabilização, e o segundo fator está relacionado a falta de manutenção preventiva.

O impacto econômico decorrente da necessidade de reparos para solucionar essas manifestações patológicas relacionadas a impermeabilização é significativo, pois, muitas pessoas ainda não valorizam este problema que gera déficit nos orçamentos das edificações, prejuízos e desperdício.

A NBR 15575 entrou em vigor em julho de 2013 se tornando a primeira norma brasileira que tem em sua abordagem a preocupação de um edifício ou sistema, atinja o desempenho satisfatório quando utilizado, ou seja, seu comportamento em uso e não somente com a forma com que foi construído, representando assim uma mudança de paradigma para o mercado imobiliário, além de trazer instruções claras e transparentes da forma de avaliar, se as exigências impostas estão sendo cumpridas.

Por fim, cabe salientar, que mesmo ocorrendo melhorias tecnológicas das técnicas construtivas e o emprego de materiais de construção com maior controle de qualidade, ainda se observa um grande número de edificações apresentando patologias das mais variadas espécies, bem como também as práticas de reparação e restauração dos elementos estruturais, objetivando sempre ampliar o leque de conhecimento dos métodos reparatórios.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, B. **Construção estanque**. Construção e Mercado, São Paulo, n. 39, p. 183-188, out. 2004.

ARANTES, Y.K. **Uma visão geral sobre impermeabilização na construção civil**. 2007. 67f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

ASSIS, A. 40 Perguntas: Manutenibilidade. **Revista Técnica**, edição 162, São Paulo, setembro de 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575. **EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS – DESEMPENHO**. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6118. **PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO — Procedimento**. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575 **IMPERMEABILIZAÇÃO - SELEÇÃO E PROJETO**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: **MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES – PROCEDIMENTO**. Rio de Janeiro, 2019.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção: novos materiais para construção civil**. 5. ed. v1. LTC, 2010.

BAREIRO, W.; ROSSE, V.; CARVALHO, A.; BARBOSA, M. T. **A durabilidade do concreto no contexto normativo**. In: Congresso Brasileiro do Concreto, 62, 2020, Florianópolis. Anais[...] Florianópolis: IBRACON, 2020.

BARROSO, M. C. **Notas de aula** – Curso técnico em Edificações. Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Norte, 2011

BASTOS, P. S. S. **Notas de Aula** – Estruturas de Concreto I. São Paulo: UNESP, 2014.

BRANDÃO, A. M. S.; PINHEIRO, L. M. Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: aspectos relativos ao projeto. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**. EESC. Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.

BENEVOLO, L. **História da Arquitetura Moderna**. São Paulo, Perspectiva, 1976.

BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. R. L. **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de textos, 2019.

CASCUDO, O.; CARASEK, H. **Ação da carbonatação no concreto**. In: ISAIA, G. E. Concreto: Ciência e Tecnologia. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2011.

CINCOTTO, M. A. **Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações.** In. Tecnologia das Edificações. São Paulo: Pini/IPT, 1988.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CREMONINI, R. A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção.** Porto Alegre: UFRGS, 1988.

DARDENGO, C. F. R. **Identificação de Patologias e Proposição de Diretrizes de Manutenção Preventiva em Edifícios Residenciais Multifamiliares da Cidade de VIÇOSA-MG.** Dissertação para título de Magister Scientiae. Minas Gerais. 2010.

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

FIGUEIREDO, E. J. P. **Terapia das construções de concreto: metodologia de avaliação de sistemas epóxi destinados à injeção de fissuras passivas das estruturas de concreto.** Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

GOMIDE, T. L. F., PUJADAS, F. Z. A., NETO, J. C. P. F. **Técnicas de inspeção e manutenção predial: vistorias técnicas, check-up predial, normas comentadas, manutenção X valorização patrimonial, análise de risco.** São Paulo, Editora PINI, 2006.

IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização. Disponível em: <https://ibibrasil.org.br/>

HELENE, P. R. L. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto.** 2. ed. São Paulo: PINI, 1992.

HELENE, P. R. L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado.** Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1993.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção – Função estratégica.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LOTERMANN, A. F. **Patologias em estrutura de concreto: estudo de caso.** Departamento de Ciências Exatas e Engenharias. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, 2013.

MACGREGOR, J.G. **Reinforced concrete – Mechanics and design.** 3a ed., Upper Saddle River, Ed. Prentice Hall, 1997. 939p.

McCORMAC, J.C.; NELSON, J.K. **Design of reinforced concrete – ACI 318-05 Code Edition.** 7a ed., John Wiley & Sons, 2006. 721p.

- MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras** - São Paulo: Pini, 2007
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- MATTOS Cano, R. **Patologias em Alvenaria Estrutural**. 2005. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.
- OLIVEIRA, D. F. **O Conceito de Qualidade Aliado às Patologias na Construção Civil**. Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2013.
- OLIVEIRA, M. V. T. **Avaliação das causas e consequências das patologias dos sistemas impermeabilizantes – Um estudo de caso**. Guaratinguetá, 2015. 78p. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista, UNESP. Guaratinguetá, 2015.
- PEREZ, A. R. **Manutenção dos edifícios. Tecnologia das Edificações**. PINI, São Paulo. 1988. p. 611-614.
- PUJADAS, F. Z. A. **INSPEÇÃO PREDIAL – FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA MANUTENÇÃO**. 2007.
- QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**. Santa Maria: UFSM, 2007. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007.
- RIGHI, G. V. **ESTUDOS DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO: PATOLOGIAS, PREVENÇÕES E CORREÇÕES – ANÁLISE DE CASOS**. Dissertação de mestrado em Construção Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul. 2009.
- SCHMITT, C. M. **Impermeabilizações de coberturas**. Porto Alegre, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990.
- SHIRAKAWA, M A; MONTEIRO, M B; SELMO, Sílvia Maria de Souza; CINCOTTO, Maria Alba. **Identificação de fungos em revestimentos de argamassas com bolor evidente**. Anais. Goiânia: Ufgo, 1995.
- SILVA, M. C. R. e; et al. **APLICAÇÃO DE MANTAS ASFÁLTICAS NA IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES DE COBERTURA**. IV Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura, pg. 190-197. 2003.
- SOARES, F. F. **A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil**. Rio de Janeiro, 2014. 120p. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Rio de Janeiro, 2014.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Belo Horizonte, 2008.

STORTE, M. **Impermeabilização é fundamental nos Processos Construtivos**. ABECE. Informa. São Paulo, Ano 18 – Nº 104, jul/ago 2014.

THOMAZ, E. **Trincas em edifício: Causas, prevenção e recuperação**. São Paulo, Pini, 1989.

VASCONCELOS, A.C. **O concreto no Brasil – Recordes, Realizações, História**. São Paulo: Pini, 2. ed., v.1,1985. 277p.

VERÇOSA, E.J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre, Ed. Sagra, 1991.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

XAVIER, J.N. **Indicadores de Manutenção. Portal da manutenção**. Minas Gerais, 2001.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.