



**CORROSÃO DAS ARMADURAS POR FALHAS DE
IMPERMEABILIZAÇÃO EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA¹**

**CORROSION OF REINFORCEMENT BARS DUE TO WATERPROOFING
FAILURES IN RESIDENTIAL BUILDINGS:
A LITERATURE REVIEW**

Gustavo Moura de ALMEIDA

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: Gustavinhomourabettaa@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-0189-0476>

Nillya Rocha da SILVA

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: nillyarochadasilva4@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-6520-3145>

Indira Queiroz Macambira BEZERRA

Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)

E-mail: indiraqmb@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2492-8909>

RESUMO

Este trabalho analisa a corrosão das armaduras em estruturas de concreto associada a falhas de impermeabilização em edificações residenciais. A pesquisa tem caráter bibliográfico e aborda os principais mecanismos que permitem a entrada de agentes agressivos, como umidade, dióxido de carbono e íons, responsáveis pela despassivação do aço e início do processo corrosivo. São discutidas as manifestações patológicas mais recorrentes, incluindo fissuração, destacamento do cobrimento, manchas e perda de seção das armaduras, bem como suas implicações na durabilidade e segurança estrutural. Além disso, o estudo destaca a importância do correto projeto e execução dos sistemas de impermeabilização como medida preventiva, reduzindo custos de manutenção e aumentando a vida útil das estruturas. Por fim, reforça-se a necessidade de controle tecnológico, inspeção e boas práticas construtivas como estratégias essenciais para mitigação dos danos e melhoria do desempenho das edificações.

¹ COMO CITAR: (ABNT): ALMEIDA, G. M.; SILVA, N. R.; BEZERRA, I. Q. M. Corrosão das Armaduras por Falhas de Impermeabilização em Edificações Residenciais – Revisão Bibliográfica. **JNT Facit Business and Technology Journal**. Qualis A2. ISSN: 2526-4281, Mês de Maio de 2026 - Ed. 74. VOL. 02. Págs. 218-234. Disponível: <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. Acesso em: __/__/__.

Palavras-chave: Corrosão das armaduras. Edificações residenciais. Estruturas de concreto. Falhas de impermeabilização. Manifestações patológicas.

ABSTRACT

This study analyzes the corrosion of reinforcement steel in concrete structures associated with waterproofing failures in residential buildings. The research has a bibliographic approach and examines the main mechanisms that allow the ingress of aggressive agents such as moisture, carbon dioxide, and ions, which are responsible for steel depassivation and the onset of corrosion. The most common pathological manifestations are discussed, including cracking, concrete cover spalling, stains, and reduction of reinforcement cross-section, as well as their impacts on structural durability and safety. In addition, the study highlights the importance of proper waterproofing design and execution as preventive measures to reduce maintenance costs and extend service life. Finally, it emphasizes the role of quality control, inspection, and good construction practices as essential strategies to mitigate damage and improve the overall performance of residential concrete structures.

Keywords: Concrete structures. Pathological manifestations. Reinforcement corrosion. Residential buildings. Waterproofing failures.

INTRODUÇÃO

Contextualização

O concreto armado constitui um dos principais sistemas estruturais utilizados na engenharia civil, sendo amplamente aplicado em edificações residenciais devido à sua resistência mecânica, versatilidade construtiva e viabilidade econômica. Quando adequadamente projetado e executado, apresenta desempenho satisfatório e vida útil prolongada. Contudo, a durabilidade dessas estruturas não depende exclusivamente da capacidade resistente inicial, mas também do controle dos agentes de degradação ao longo do tempo.

Nesse sentido, as normas técnicas brasileiras estabelecem parâmetros específicos para garantir a durabilidade estrutural. A ABNT NBR 6118:2023 — Projeto de Estruturas de Concreto — define critérios de cobrimento das armaduras, classes de agressividade ambiental e requisitos de proteção contra processos de deterioração. De forma complementar, a ABNT NBR 12655:2022 — Concreto de Cimento Portland — Preparo, Controle e Recebimento — bem como a ABNT NBR

14931:2023 — Execução de Estruturas de Concreto — estabelecem diretrizes de controle tecnológico e procedimentos executivos fundamentais a fim de reduzir a permeabilidade e aumentar o desempenho do concreto endurecido.

Entretanto, apesar desse arcabouço normativo, observa-se na prática a ocorrência recorrente de manifestações patológicas, entre as quais se destaca a corrosão das armaduras, considerada uma das formas mais críticas de degradação do concreto armado. Em geral, esse processo está associado à entrada de umidade e de agentes agressivos por meio de fissuras, elevada porosidade ou falhas de proteção superficial.

Nesse contexto, os sistemas de impermeabilização desempenham papel essencial na proteção dos elementos construtivos expostos à ação da água. As normas ABNT NBR 9575:2010 — Impermeabilização — Seleção e Projeto — e ABNT NBR 9574:2008 — Execução de Impermeabilização — estabelecem critérios técnicos de especificação, detalhamento e aplicação dos sistemas impermeabilizantes, incluindo, por exemplo, preparo de substrato e verificação de estanqueidade. Quando tais diretrizes não são atendidas, favorece-se a ocorrência de infiltrações e, por consequência, a aceleração dos mecanismos de deterioração.

Adicionalmente, a ABNT NBR 15575:2021 — Edificações Habitacionais — Desempenho — estabelece requisitos de vida útil e estanqueidade para sistemas construtivos, reforçando, desse modo, a necessidade de controle da umidade como fator determinante para o desempenho estrutural. Dessa forma, compreender a relação entre falhas de impermeabilização e corrosão das armaduras torna-se fundamental para a prevenção de danos e para o aumento da durabilidade das edificações residenciais.

Embora o concreto armado seja amplamente empregado em edificações residenciais e possua critérios normativos consolidados de durabilidade, observa-se elevada incidência de manifestações patológicas associadas à corrosão das armaduras. Em teoria, as diretrizes estabelecidas pelas normas ABNT NBR 6118:2023, ABNT NBR 12655:2022 e ABNT NBR 14931:2023 definem parâmetros de projeto, controle tecnológico e execução com o objetivo de limitar a penetração de agentes agressivos. Todavia, falhas de aplicação prática, controle insuficiente e deficiências construtivas ainda são recorrentes.

Os sistemas de impermeabilização, regulamentados pelas normas ABNT NBR 9575:2010 e ABNT NBR 9574:2008, têm a função de impedir a entrada de umidade e proteger elementos estruturais. No entanto, erros de especificação, detalhamento inadequado, ausência de compatibilização de projetos, falhas de execução e

inexistência de testes de estanqueidade frequentemente contribuem para a ocorrência de infiltrações e, conseqüentemente, para o desencadeamento de processos corrosivos.

Mesmo com requisitos de desempenho definidos pela ABNT NBR 15575:2021 para edificações habitacionais, verifica-se a repetição de patologias relacionadas à umidade e à corrosão do aço, o que indica lacunas entre a prescrição normativa e a prática executiva. Diante desse cenário, formula-se a seguinte questão de pesquisa: de que forma a não conformidade com normas técnicas e diretrizes executivas de projeto estrutural, controle do concreto e impermeabilização contribui para o desencadeamento e a progressão da corrosão das armaduras em edificações residenciais?

JUSTIFICATIVA

A durabilidade das estruturas de concreto armado constitui requisito essencial de segurança e desempenho, formalmente estabelecido por normas técnicas brasileiras e critérios de vida útil de projeto. A ABNT NBR 6118:2023 e a ABNT NBR 15575:2021 incorporam exigências relacionadas à proteção contra agentes agressivos e ao controle de umidade, reconhecendo, assim, que a deterioração estrutural representa risco técnico e econômico relevante.

Entre os mecanismos de degradação, a corrosão das armaduras destaca-se pelo seu caráter progressivo e pela capacidade de comprometer a integridade estrutural. Diversos estudos técnicos indicam que parcela expressiva desses processos está associada à presença contínua de umidade decorrente de falhas de impermeabilização, muitas vezes vinculadas ao descumprimento das diretrizes de seleção, projeto e execução previstas nas normas ABNT NBR 9575:2010 e ABNT NBR 9574:2021.

No contexto das edificações residenciais, são frequentes ocorrências de detalhamento insuficiente de áreas molhadas, descontinuidade de sistemas impermeabilizantes, preparo inadequado de bases e ausência de ensaios de estanqueidade. Como resultado, amplia-se a probabilidade de infiltração e acelera-se o processo de carbonatação e corrosão. Assim, evidencia-se a necessidade de integração entre requisitos normativos e práticas executivas.

Portanto, o presente estudo justifica-se pela relevância técnica de correlacionar exigências normativas, mecanismos de impermeabilização e processos de corrosão das armaduras, contribuindo para a redução de falhas recorrentes, o aprimoramento das práticas de projeto e execução e o fortalecimento da cultura de

conformidade técnica. Além disso, do ponto de vista acadêmico e profissional, a pesquisa fornece subsídios para decisões técnicas mais seguras em obras residenciais.

OBJETIVOS

Este artigo tem como objetivo geral analisar, com base em revisão técnico-bibliográfica e normativa, como a não conformidade com as diretrizes de projeto estrutural, execução do concreto e sistemas de impermeabilização contribuem para o desenvolvimento da corrosão das armaduras em estruturas de concreto armado de edificações residenciais.

Além disso, os objetivos específicos são:

- Apresentar os fundamentos de durabilidade e vida útil das estruturas de concreto armado, conforme a ABNT NBR 6118:2023 e a ABNT NBR 15575:2021.
- Descrever os mecanismos físico-químicos envolvidos na corrosão das armaduras no concreto.
- Analisar a influência do controle tecnológico do concreto, segundo a ABNT NBR 12655:2022, na redução da permeabilidade e da vulnerabilidade à ação de agentes agressivos.
- Examinar os sistemas de impermeabilização e seus critérios de seleção e projeto, de acordo com a ABNT NBR 9575:2010.
- Correlacionar a presença de infiltrações com manifestações patológicas típicas associadas à corrosão das armaduras.
- Levantar diretrizes preventivas de projeto e execução, tais como controle de cobrimento, cura adequada, preparo de substrato e testes de estanqueidade.
- Consolidar recomendações técnicas baseadas em literatura especializada e normas vigentes.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, tendo como objetivo analisar a relação entre falhas de impermeabilização e o desenvolvimento da corrosão das armaduras em estruturas de concreto armado.

Quanto aos procedimentos metodológicos, trata-se de uma pesquisa bibliográfica e documental, desenvolvida a partir da análise de normas técnicas, livros, artigos científicos e publicações especializadas na área da engenharia civil.

Foram utilizadas como principais referências as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tais como a NBR 6118:2023, NBR 9575:2010, NBR 9574:2008 e NBR 15575:2021, além de obras clássicas relacionadas à durabilidade do concreto e manifestações patológicas.

A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa, por meio da interpretação e correlação das informações obtidas na literatura, buscando identificar os principais mecanismos que contribuem para a ocorrência de infiltrações e sua relação com os processos de corrosão das armaduras.

Dessa forma, a pesquisa permitiu estabelecer uma base teórica consistente, relacionando conceitos normativos e científicos com as principais manifestações patológicas observadas em edificações.

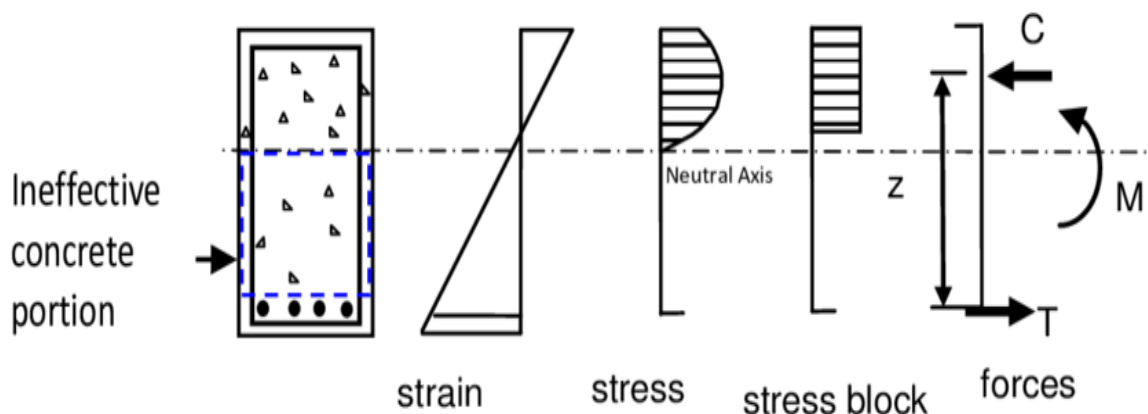
FUNDAMENTOS DO CONCRETO ARMADO E DURABILIDADE

Conceito e Comportamento do Concreto Armado

O concreto armado consiste na associação estrutural entre concreto e aço, de modo que ambos atuem de forma solidária na resistência aos esforços solicitantes. Enquanto o concreto apresenta elevada resistência à compressão e comportamento frágil à tração, o aço possui elevada resistência e ductilidade sob esforços de tração. Dessa forma, a inserção de armaduras em regiões tracionadas permite a utilização eficiente do conjunto estrutural.

Conforme ilustrado na Figura 1, o concreto resiste predominantemente às tensões de compressão acima da linha neutra, enquanto as armaduras absorvem as tensões de tração abaixo da linha neutra

Figura 1: Diagrama de deformações e tensões em seção de viga de concreto armado sob flexão.



Fonte: Adaptado ImonsatiT, V. et al. (2010).

A atuação conjunta dos materiais é garantida pela aderência aço–concreto, responsável pela transferência de tensões na interface. Além disso, a compatibilidade entre os coeficientes de dilatação térmica reduz a ocorrência de tensões internas significativas por variações de temperatura. Segundo Neville, a interação mecânica e química na zona de transição é fator determinante para o desempenho composto do sistema (Neville, 2011).

Sob o ponto de vista da durabilidade, o concreto exerce dupla função protetiva sobre as armaduras: atua como barreira física à entrada de agentes agressivos e mantém ambiente alcalino capaz de passivar o aço. Conforme Helene (1993) o elevado pH dos poros do concreto promove a formação de uma película protetora estável na superfície do aço, reduzindo a probabilidade de corrosão em condições normais

Durabilidade e Vida Útil de Projeto

A durabilidade das estruturas de concreto armado refere-se à capacidade de manter segurança, estabilidade e funcionalidade ao longo do tempo, mesmo quando submetidas às ações ambientais previstas. Portanto, não se limita à resistência inicial, mas envolve o controle dos mecanismos de deterioração física, química e eletroquímica.

A vida útil de projeto corresponde ao período durante o qual a estrutura deve atender aos requisitos de desempenho, desde que sejam respeitadas as condições de uso e manutenção. De acordo com a norma brasileira de projeto estrutural, a durabilidade deve ser considerada como requisito de projeto, envolvendo especificação de materiais, cobrimento de armaduras e controle de execução (ABNT. NBR 6118:2023).

Nesse sentido, decisões de dosagem, controle tecnológico e detalhamento construtivo influenciam diretamente o desempenho ao longo do ciclo de vida da estrutura.

Classes de Agressividade Ambiental

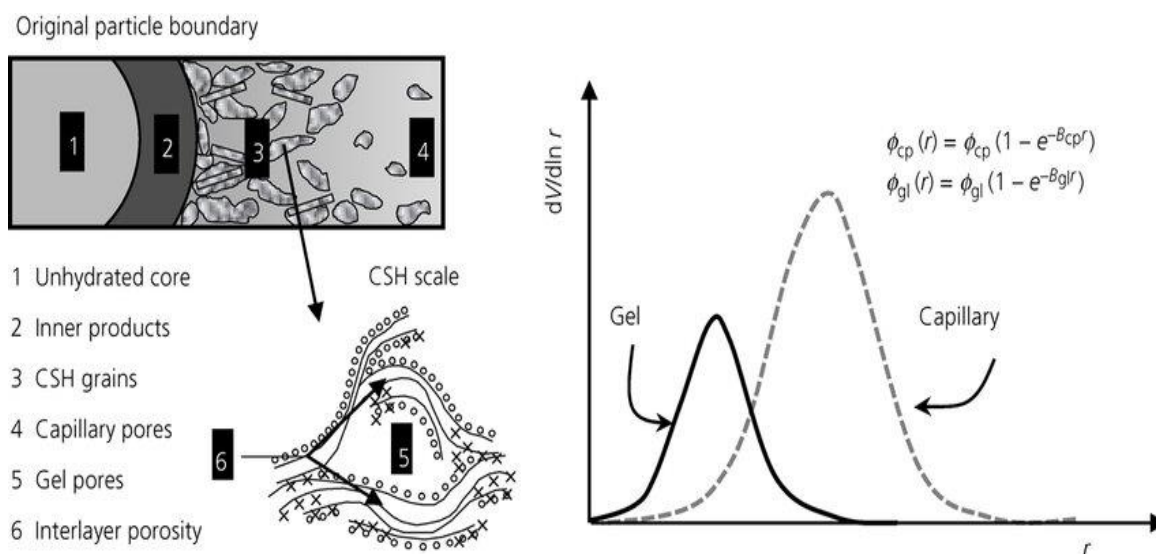
A intensidade dos mecanismos de deterioração está diretamente relacionada ao ambiente de exposição. Por essa razão, as estruturas devem ser classificadas conforme o grau de agressividade ambiental, a fim de definir parâmetros mínimos de proteção.

As classes variam conforme presença de umidade, agentes químicos, atmosfera marinha e ciclos de molhagem e secagem. Em ambientes mais agressivos, exigem-se maiores cobrimentos, concretos de menor relação água/cimento e maior controle executivo. Conforme estabelece a norma brasileira, a classe ambiental deve orientar a especificação de revestimento e qualidade do concreto (ABNT NBR 6118:2023). Conseqüentemente, a subestimação da classe de agressividade implica redução da vida útil e aumento do risco de corrosão prematura.

Permeabilidade do Concreto e Transporte de Agentes Agressivos

A permeabilidade do concreto constitui parâmetro decisivo para a durabilidade, uma vez que o ingresso de agentes agressivos ocorre por meio da rede de poros e microfissuras. Em nível microestrutural, o transporte ocorre por difusão, absorção capilar e permeação sob gradiente de pressão. A microestrutura do concreto apresenta diferentes tipos de poros — poros de gel, intercamadas e capilares — que se conectam formando caminhos preferenciais para o transporte de água e substâncias agressivas, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Representação esquemática dos tipos de poros na pasta de cimento hidratada.



Fonte: Taylor & Francis (2009).

A relação água/cimento influencia diretamente a formação e a conectividade dos poros capilares. Relações elevadas geram maior volume de vazios, o que resulta em maior permeabilidade e difusividade. Por consequência, aumenta-se a taxa de penetração de dióxido de carbono, cloretos e umidade — elementos fundamentais nos processos corrosivos.

Segundo Mehta e Monteiro (2014) a redução da relação água/cimento e a cura adequada promovem refinamento da estrutura de poros e redução significativa da permeabilidade do concreto endurecido.

Além disso, falhas de adensamento produzem vazios localizados e cobertura deficiente. De acordo com Neville (1997) regiões mal compactadas apresentam maior coeficiente de permeabilidade e menor resistência à penetração de agentes deletérios.

Cobrimento das Armaduras e Função Protetiva

O cobrimento das armaduras representa a espessura de concreto entre a superfície do elemento estrutural e o aço, exercendo função essencial na durabilidade

Segundo Helene, a insuficiência de cobrimento constitui uma das principais causas de corrosão precoce, uma vez que reduz o tempo necessário para a frente de carbonatação ou cloretos atingir a armadura (Helene, 1993).

A norma brasileira ABNT. NBR 6118:2023 estabelece valores mínimos de cobrimento conforme classe de agressividade ambiental e tipo de elemento estrutural, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\bar{x}_c=10$ mm.

Tipo de Estrutura	Componente ou Elemento	Classe de agressividade ambiental			
		Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
		Cobrimento nominal			
Concreto armado	Laje	20 mm	25 mm	35 mm	45 mm
Concreto armado	Viga/Pilar	25 mm	30 mm	40 mm	50 mm
Concreto armado	Elementos estruturais em contato com o solo	30 mm	30 mm	40 mm	50 mm
Concreto protendido	Laje	25 mm	30 mm	40 mm	50 mm
Concreto protendido	Viga/Pilar	30 mm	35 mm	45 mm	55 mm

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 6118:2023.

Principais Mecanismos de Deterioração Relacionados à Corrosão

A corrosão das armaduras em estruturas de concreto armado está diretamente associada à perda das condições de passivação do aço, fenômeno que ocorre quando o meio alcalino do concreto é alterado ou quando agentes agressivos rompem localmente a película protetora. Entre os mecanismos de deterioração mais relevantes, destacam-se a carbonatação e a penetração de íons cloreto, ambos

dependentes da presença de umidade e da capacidade de transporte de agentes através da rede porosa do concreto.

A carbonatação consiste em um processo químico no qual o dióxido de carbono presente na atmosfera difunde-se pelos poros do concreto e reage com os hidróxidos alcalinos da pasta de cimento hidratada, especialmente o hidróxido de cálcio, formando carbonatos e reduzindo progressivamente o pH do meio. Como consequência, ocorre a despassivação da armadura quando o pH se aproxima de valores inferiores a aproximadamente 9, comprometendo a estabilidade da película protetora do aço. A velocidade de avanço da frente de carbonatação é influenciada por fatores como permeabilidade do concreto, relação água/cimento, grau de saturação de poros e condições ambientais de exposição (Helene, 1993).

Conforme Mehta e Monteiro (2014), a profundidade de carbonatação aumenta ao longo do tempo e está relacionada à difusividade do concreto e às condições de umidade relativa do ambiente, sendo mais intensa em concretos porosos e mal curados.

Outro mecanismo crítico é a penetração de cloretos, comum em ambientes marinhos, industriais e em estruturas sujeitas a sais. Diferentemente da carbonatação, os cloretos podem induzir corrosão mesmo em meios com pH elevado, pois atuam rompendo localmente a camada passivadora do aço e iniciando processos de corrosão localizada por pite. Esse tipo de ataque é particularmente perigoso por gerar elevada taxa de penetração em pontos específicos, com pouca evidência superficial inicial (Helene, 1993).

Segundo Neville (2011) a presença de cloretos em concentração acima de determinados limiares críticos na interface aço-concreto é suficiente para desestabilizar a película passiva e iniciar células eletroquímicas localizadas de corrosão.

Ambos os mecanismos apresentam forte dependência da presença de água nos poros do concreto, o que evidencia a relevância dos sistemas de impermeabilização e do controle de permeabilidade como medidas preventivas fundamentais. Estruturas com falhas de proteção superficial, fissuração e ausência de barreiras à entrada de umidade tendem a apresentar maior suscetibilidade à despassivação das armaduras e ao desenvolvimento de processos corrosivos (Helene, 1993).

SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Conceito e Importância da Impermeabilização

A impermeabilização consiste no conjunto de técnicas e sistemas construtivos destinados a impedir a passagem de fluidos, vapores e umidade através dos elementos da edificação, garantindo a estanqueidade e contribuindo para o desempenho e durabilidade das estruturas. Sua aplicação é essencial em áreas sujeitas à ação direta ou indireta da água, como lajes de cobertura, áreas molhadas, reservatórios e fundações.

Nesse contexto, a presença de umidade no interior dos elementos construtivos representa um dos principais fatores de degradação das estruturas de concreto armado, uma vez que favorece o transporte de agentes agressivos e o desenvolvimento de manifestações patológicas. As infiltrações configuram-se como uma das ocorrências mais frequentes em edificações, podendo comprometer significativamente a vida útil das estruturas (Souza; Ripper, 2017).

Além disso, a ausência ou inadequação dos sistemas de impermeabilização contribui diretamente para o surgimento de patologias como fissuras, eflorescências, bolores e corrosão das armaduras. A entrada contínua de água nos elementos estruturais cria condições favoráveis à despassivação do aço, intensificando os processos corrosivos e reduzindo a capacidade resistente ao longo do tempo.

Dessa forma, a impermeabilização deve ser entendida como um sistema preventivo fundamental, cuja correta especificação, execução e manutenção são determinantes para garantir a durabilidade, a segurança e o desempenho das edificações ao longo de sua vida útil.

Classificação dos Sistemas de Impermeabilização

Os sistemas de impermeabilização podem ser classificados conforme seu comportamento frente às deformações da estrutura, sendo divididos em sistemas rígidos e flexíveis.

Os sistemas rígidos são indicados para estruturas com baixa movimentação, como fundações e reservatórios enterrados. São compostos, em geral, por argamassas impermeáveis e aditivos, atuando na redução da permeabilidade do concreto.

Já os sistemas flexíveis possuem capacidade de deformação, sendo aplicados em elementos sujeitos a movimentações e fissurações, como lajes de cobertura e áreas molhadas. Entre os principais materiais utilizados destacam-se mantas asfálticas e membranas poliméricas.

A escolha do sistema deve considerar as condições de exposição, o tipo de estrutura e a presença de água, sob risco de comprometer a estanqueidade. Nesse contexto, a inadequação do sistema está diretamente associada ao surgimento de

infiltrações, uma das manifestações patológicas mais frequentes nas edificações (Souza; Ripper, 2017).

Dessa forma, a correta seleção do sistema de impermeabilização é fundamental para prevenir a entrada de umidade e contribuir para a durabilidade das estruturas.

Crerios de Projeto segundo a NBR 9575:2010

A definição dos sistemas de impermeabilização deve ser realizada ainda na fase de projeto, conforme estabelece a ABNT NBR 9575:2010, que define os requisitos e crerios para a seleção e especificação dos sistemas impermeabilizantes.

De acordo com a norma, o projeto deve considerar fatores como o tipo de utilização da área, as condições de exposição à umidade e à água, conforme apresentado na Tabela 1, bem como as possíveis movimentações da estrutura, de forma a garantir a estanqueidade dos elementos construtivos.

Nesse contexto, a estanqueidade é entendida como a capacidade de impedir a penetração de fluidos através dos elementos da edificação, sendo um requisito essencial para o desempenho adequado das construções.

Além disso, o projeto de impermeabilização deve contemplar o detalhamento de pontos cricos, como ralos, juntas e encontros entre elementos construtivos, locais mais suscetíveis à ocorrncia de infiltrações.

Verçoza (1991) destaca ainda que a impermeabilização deve ser tratada como uma das etapas mais importantes da construção, uma vez que sua correta aplicao contribui diretamente para a durabilidade da estrutura e prevenao de manifestações patológicas. Grande parte das patologias nas edificações está relacionada à presena de umidade e à deficiência dos sistemas de impermeabilização.

Dessa forma, a ausncia ou inadequao do projeto de impermeabilização pode comprometer a vida útil da edificação, favorecendo o surgimento de infiltrações e processos de degradação, reforando a necessidade de sua correta especificao ainda na fase de projeto (Verçoza, 1991; ABNT, NBR 9575:2010).

Vida Útil e Desempenho das Edificações

A vida útil das estruturas de concreto está diretamente relacionada à qualidade do projeto, da execuao e dos materiais empregados. Segundo a (ABNT NBR 6118: 2023), as estruturas devem ser projetadas de forma a atender aos requisitos de segurana, funcionalidade e durabilidade ao longo de sua vida útil prevista.

Nesse contexto, a durabilidade pode ser entendida como a capacidade da estrutura de resistir às ações ambientais e de uso sem apresentar deterioração significativa ao longo do tempo. De acordo com Bastos (2019) fatores como a qualidade do concreto, o correto cobrimento das armaduras e o controle da fissuração são determinantes para o desempenho estrutural adequado.

Além disso, a exposição da estrutura a ambientes agressivos pode acelerar processos de degradação, como a corrosão das armaduras, tornando essencial a adoção de medidas preventivas ainda na fase de projeto. Conforme destacado por Mehta e Monteiro (2014) a interação entre materiais, ambiente e execução exerce influência direta na durabilidade das estruturas de concreto.

Dessa forma, a consideração da vida útil no projeto estrutural não apenas garante a segurança da edificação, mas também reduz custos com manutenção e reparos ao longo do tempo, sendo um dos principais indicadores de qualidade na construção civil.

Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto

As manifestações patológicas em estruturas de concreto correspondem a anomalias que comprometem o desempenho, a durabilidade e, em casos mais graves, a segurança das edificações. Essas manifestações podem ter origem em falhas de projeto, execução inadequada, uso de materiais de baixa qualidade ou ausência de manutenção ao longo da vida útil da estrutura. De acordo com Bastos (2019), a baixa resistência do concreto à tração torna as estruturas suscetíveis ao aparecimento de fissuras, sendo esse um dos fenômenos mais comuns em elementos estruturais. Embora a fissuração seja considerada um comportamento natural do concreto armado, seu controle é essencial para evitar a entrada de agentes agressivos, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Fissuras em estrutura de concreto armado.



Fonte: MAPA DA OBRA (2019)

Nesse contexto, a presença de fissuras facilita a penetração de água e substâncias nocivas, contribuindo para o desenvolvimento de outras manifestações patológicas, como infiltrações, eflorescências e corrosão das armaduras. Segundo a ABNT NBR 6118:2023, o controle da fissuração é fundamental para garantir a durabilidade e o desempenho das estruturas.

Além disso, a corrosão das armaduras, é uma das principais causas de degradação do concreto armado, sendo intensificada pela presença de umidade e pela redução do cobrimento do concreto. Conforme destacado por Mehta e Monteiro (2014), a interação entre ambiente agressivo e permeabilidade do concreto desempenha papel decisivo no avanço dos processos corrosivos, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4: Corrosão da armadura em estrutura de concreto armado.



Fonte: Axfiber (2016).

Dessa forma, as manifestações patológicas devem ser analisadas de forma integrada, considerando suas causas e consequências, a fim de possibilitar a adoção de medidas preventivas ainda na fase de projeto, contribuindo para o aumento da vida útil das edificações.

Infiltração e Umidade nas Edificações

A infiltração de água é uma das principais causas de manifestações patológicas em edificações, estando diretamente relacionada à ausência ou falha dos sistemas de impermeabilização. A presença de umidade nos elementos construtivos compromete não apenas a durabilidade das estruturas, mas também as condições de habitabilidade, conforto e salubridade dos ambientes.

De acordo com Donati e Schulze (2023), a impermeabilização tem como função principal garantir a estanqueidade dos elementos construtivos, impedindo a passagem de água tanto em estado líquido quanto em forma de vapor. Quando esse sistema não é corretamente projetado ou executado, ocorre a penetração de umidade, favorecendo o surgimento de patologias.

A infiltração pode ocorrer por diferentes mecanismos, como capilaridade, pressão hidrostática e falhas em pontos críticos da edificação, como fissuras, juntas e encontros entre elementos construtivos.

Além disso, a umidade contínua nos elementos estruturais contribui para o surgimento de eflorescências, destacamento de revestimentos e corrosão das armaduras. Conforme destacado pela (Axfiber, 2016), a presença de água no interior do concreto é um dos principais fatores que aceleram os processos de corrosão, comprometendo a durabilidade da estrutura.

Dessa forma, o controle da infiltração deve ser considerado uma etapa essencial no processo construtivo, sendo indispensável a correta especificação dos sistemas de impermeabilização, bem como sua adequada execução e manutenção, a fim de garantir o desempenho e a vida útil das edificações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise da literatura técnica e das normas brasileiras, verifica-se que a durabilidade das estruturas de concreto armado está diretamente relacionada ao controle da permeabilidade e à proteção das armaduras contra a ação de agentes agressivos.

Os estudos analisados indicam que a presença de umidade constitui um dos principais fatores responsáveis pelo desencadeamento dos processos de degradação. Conforme discutido por Mehta e Monteiro (2014), a permeabilidade do concreto exerce influência direta na entrada de dióxido de carbono e íons cloreto, elementos fundamentais para o início da corrosão das armaduras.

Nesse contexto, observa-se que a falha ou ausência de sistemas adequados de impermeabilização favorece a infiltração de água nos elementos construtivos, intensificando os mecanismos de deterioração. De acordo com a ABNT NBR 9575:2010, a impermeabilização deve ser prevista ainda na fase de projeto, considerando as condições de exposição e os pontos críticos da edificação.

Além disso, a literatura evidencia que a fissuração do concreto desempenha papel relevante na facilitação da entrada de agentes agressivos. Segundo Bastos (2019), embora as fissuras sejam inerentes ao comportamento do concreto armado, seu controle é essencial para garantir a durabilidade estrutural.

A correlação entre infiltração e corrosão das armaduras também é amplamente discutida. Conforme destacado pela Axfiber (2016), a presença contínua de umidade no interior do concreto cria condições favoráveis à ocorrência de reações eletroquímicas, resultando na formação de produtos expansivos que provocam fissuração e destacamento do cobrimento.

Outro aspecto relevante refere-se à influência das falhas executivas. A ausência de preparo adequado do substrato, a escolha incorreta de sistemas impermeabilizantes e a inexistência de testes de estanqueidade são fatores frequentemente associados à ocorrência de infiltrações, conforme relatado em estudos técnicos sobre manifestações patológicas.

Dessa forma, a corrosão das armaduras não deve ser analisada de forma isolada, mas sim como consequência de um conjunto de fatores inter-relacionados, incluindo permeabilidade do concreto, presença de fissuras, exposição ambiental e, principalmente, falhas nos sistemas de impermeabilização.

Assim, verifica-se que a correta especificação, execução e manutenção dos sistemas impermeabilizantes constitui medida fundamental para a prevenção de manifestações patológicas, contribuindo diretamente para o aumento da vida útil e do desempenho das estruturas de concreto armado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

_____. **ABNT NBR 9574**: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

_____. **ABNT NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

_____. **ABNT NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

_____. **ABNT NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

_____. **ABNT NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

AXFIBER. **Corrosão da armadura em estruturas de concreto**. 2016. Disponível em: <https://www.axfiber.com.br/single-post/2016/12/08/corros%C3%A3o-da-armadura-em-estruturas-de-concreto>. Acesso em: 5 abr. 2026.

BASTOS, P. S. S. **Estruturas de concreto armado**. Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2019.

DONATI, D.; SCHULZE, C. M. **Impermeabilização na construção civil**: fundamentos e aplicações. [S. l.: s. n.], 2023.

HELENE, P. R. L. **Corrosão em armaduras para concreto armado**. São Paulo: PINI, 1993.

MAEKAWA, K.; ISHIDA, T.; KISHI, T. **Multi-scale modeling of structural concrete**. London: Taylor & Francis, 2009.

MAPA DA OBRA. **Fissuras em estrutura de concreto armado**. 2019. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/inove/engenharia/fissuras-trincas-e-rachaduras-entenda-as-diferencas/>. Acesso em: 5 abr. 2026.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto**: microestrutura, propriedades e materiais. 4. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

NEVILLE, A. M. **Properties of concrete**. 4th ed. London: Longman, 1997.

_____. **Propriedades do concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 2017.

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

VIMONSATIT, V. *et al.* **Strain, stress and force diagrams of a reinforced concrete section**. [S. l.: s. n.], 2010.