



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
DIRETORIA GERAL DO CAMPUS JOÃO PESSOA
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ANTONIELY MILLENA SOUZA ANDRADE DA SILVA

**CORROSÃO DE ARMADURAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO:
IDENTIFICAÇÃO, CAUSAS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO - UM ESTUDO DE
CASO EM UMA VIGA PRÉ-MOLDADA NO IFPB CAMPUS JOÃO PESSOA**

JOÃO PESSOA

2025

ANTONIELY MILLENA SOUZA ANDRADE DA SILVA

**CORROSÃO DE ARMADURAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO:
IDENTIFICAÇÃO, CAUSAS E MEDIDAS DE PREVENÇÃO - UM ESTUDO DE
CASO EM UMA VIGA PRÉ-MOLDADA NO IFPB CAMPUS JOÃO PESSOA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba, como requisito curricular
obrigatório para obtenção do título de Engenheiro(a)
Civil.

Orientadora: Me. Sara Fragoso Pereira

JOÃO PESSOA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *Campus* João Pessoa

S586c Silva, Antoniely Millena Souza Andrade da.

Corrosão de armaduras em estruturas de concreto armado :
identificação, causas e medidas de prevenção – um estudo de caso
em uma viga pré-moldada no IFPB *Campus* João Pessoa /
Antioniely Millena Souza Andrade da Silva. – 2025.

41f. : il.

TCC (Graduação – Engenharia Civil) – Instituto Federal de
Educação da Paraíba / Departamento de Ensino Superior / Coor-
denação do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil,
2025.

Orientação: Prof^a. Me. Sara Fragoso Pereira.

1. Corrosão das armaduras. 2. Concreto armado. 3. Durabi-
lidade. 4. Patologias das estruturas. 5. Manutenção preventiva.
I. Título.

CDU 624.012.45:620.193(043)

Bibliotecária responsável: Lucrecia Camilo de Lima – CRB 15/132



INSTITUTO FEDERAL
Paraíba

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
CAMPUS JOÃO PESSOA

DECISÃO 19/2026 - CBEC/UA1/UA/DDE/DG/JP/REITORIA/IFPB, de 13 de fevereiro de 2026.

ANTONIELY MILLENA SOUZA ANDRADE DA SILVA

CORROSÃO DE ARMADURAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: identificação, causas e medidas de prevenção - um estudo de caso em uma viga pré-moldada no IFPB Campus João Pessoa

	Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba como requisito curricular para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Civil
--	---

Aprovado em 06 de fevereiro de 2026

Banca Examinadora

Ma. Sara Fragoso Pereira (Orientadora - IFPB)

Dr. Vamberto Monteiro da Silva (Examinador Interno - IFPB)

Dra. Ana Cláudia Leão Borges (Examinadora Interna - IFPB)

JOÃO PESSOA

2026

Documento assinado eletronicamente por:

- Sara Fragoso Pereira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/02/2026 11:53:34.
- Ana Claudia Leao Borges, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/02/2026 11:57:29.
- Vamberto Monteiro da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/02/2026 10:09:27.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 13/02/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 835812
Verificador: 2bfe467bf6
Código de Autenticação:



NOSSA MISSÃO: Ofertar a educação profissional, tecnológica e humanística em todos os seus níveis e modalidades por meio do Ensino, da Pesquisa e da Extensão, na perspectiva de contribuir na formação de cidadãos para atuarem no mundo do trabalho e na construção de uma sociedade inclusiva, justa, sustentável e democrática.

VALORES E PRINCÍPIOS: Ética, Desenvolvimento Humano, Inovação, Qualidade e Excelência, Transparência, Respeito, Compromisso Social e Ambiental.

“Dedico este trabalho a Deus, por me guiar e fortalecer em cada passo desta caminhada; à minha família, pelo amor e incentivo constantes; e a mim mesma, pela determinação e esforço em seguir firme até a realização deste sonho.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me concedido forças, sabedoria e serenidade para enfrentar cada desafio durante a minha trajetória acadêmica. Foi pela Sua presença constante em minha vida que encontrei ânimo nos momentos de cansaço, coragem nas horas de incerteza e fé para seguir em frente, mesmo quando tudo parecia difícil.

Agradeço também a mim mesma, pela persistência e determinação em não desistir diante das adversidades. Foram anos de aprendizado, amadurecimento e superação, em que cada esforço e noite de estudo valeram a pena. Reconheço com gratidão a minha própria dedicação e comprometimento, que me permitiram chegar até aqui e concluir mais uma etapa importante da minha vida.

Estendo meus sinceros agradecimentos aos meus familiares, pelo amor incondicional, paciência e apoio inabalável em todos os momentos. À minha família, que sempre acreditou no meu potencial e me incentivou a continuar, mesmo quando o caminho parecia difícil, deixo meu profundo reconhecimento. Cada palavra de incentivo, cada gesto de carinho e compreensão foram fundamentais para que eu conseguisse alcançar esta conquista.

Aos meus amigos e colegas de curso, deixo um agradecimento especial pela convivência, pela parceria e pela amizade construída ao longo dessa caminhada. Foram eles que tornaram os dias mais leves, os trabalhos em grupo mais produtivos e as dificuldades mais fáceis de suportar. As risadas, os conselhos e a união entre nós foram essenciais para tornar o ambiente acadêmico mais acolhedor e inspirador.

À minha orientadora Sara Fragoso, manifesto minha mais sincera gratidão pela orientação, paciência e dedicação em compartilhar seus conhecimentos e experiências ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Sua disponibilidade e incentivo foram fundamentais para que este TCC fosse realizado com qualidade e seriedade. Agradeço por cada conselho, sugestão e correção, que contribuíram imensamente para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Por fim, agradeço ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB), a todos os professores que participaram da minha formação e aos servidores que, de forma direta ou indireta, contribuíram para o meu aprendizado. Cada disciplina, cada orientação e cada desafio superado dentro desta instituição foram essenciais para a construção do conhecimento que levo comigo.

A todos que, de alguma maneira, fizeram parte desta jornada, o meu mais sincero e profundo agradecimento.

*“Ser engenheiro civil é transformar
sonhos em estruturas, é calcular
com razão, mas construir com o
coração.”.*

RESUMO

A corrosão das armaduras constitui um dos principais mecanismos de deterioração das estruturas de concreto armado, afetando diretamente sua durabilidade, segurança e vida útil. Esse fenômeno está associado, principalmente, à penetração de agentes agressivos no concreto, como dióxido de carbono e íons cloreto, favorecidos por condições ambientais adversas e falhas construtivas ou de manutenção. Nesse contexto, o presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo analisar o processo de corrosão das armaduras em uma viga pré-moldada de concreto armado localizada no galpão da Unidade Acadêmica 1 (UA1) do Instituto Federal da Paraíba (IFPB), submetida à exposição contínua à umidade proveniente de uma calha adjacente com deficiência de drenagem. A metodologia adotada consistiu em levantamento bibliográfico, inspeção visual in loco, registro fotográfico das manifestações patológicas e análise técnica fundamentada em normas brasileiras e literatura especializada. Os resultados evidenciaram a presença de fissuras longitudinais, desagregação do cobrimento, eflorescências e manchas de ferrugem, indicando um estágio intermediário de corrosão das armaduras. A análise demonstrou que a perda de aderência entre o aço e o concreto, aliada à redução da seção resistente das armaduras, compromete o desempenho estrutural da viga, afetando sua resistência, rigidez e durabilidade. Com base nos dados obtidos, foram propostas medidas corretivas e preventivas voltadas à recuperação estrutural do elemento e à mitigação da reincidência do processo corrosivo, destacando-se a correção do sistema de drenagem e a adoção de práticas de manutenção preventiva. Conclui-se que a inspeção periódica e o controle das condições ambientais são fundamentais para assegurar a segurança e a longevidade das estruturas de concreto armado.

Palavras-chave: Corrosão das armaduras. Concreto armado. Durabilidade. Patologia das estruturas. Manutenção preventiva.

ABSTRACT

The corrosion of reinforcing steel is one of the main deterioration mechanisms affecting reinforced concrete structures, directly compromising their durability, safety, and service life. This phenomenon is mainly associated with the penetration of aggressive agents into the concrete, such as carbon dioxide and chloride ions, which are intensified by adverse environmental conditions and deficiencies in construction or maintenance practices. In this context, this undergraduate thesis aims to analyze the reinforcement corrosion process in a precast reinforced concrete beam located in the warehouse of Academic Unit 1 (UA1) of the Federal Institute of Paraíba (IFPB), subjected to continuous moisture exposure caused by an adjacent gutter with inadequate drainage. The methodology comprised a bibliographic review, on-site visual inspection, photographic documentation of pathological manifestations, and technical analysis based on Brazilian standards and specialized literature. The results revealed the presence of longitudinal cracks, cover spalling, efflorescence, and rust stains, indicating an intermediate stage of reinforcement corrosion. The analysis demonstrated that the loss of bond between steel and concrete, combined with the reduction of the reinforcement cross-section, compromises the structural performance of the beam, affecting its strength, stiffness, and durability. Based on the obtained data, corrective and preventive measures were proposed for the structural rehabilitation of the element and for mitigating the recurrence of the corrosive process, with emphasis on improving the drainage system and adopting preventive maintenance practices. It is concluded that periodic inspections and control of environmental conditions are essential to ensure the safety and longevity of reinforced concrete structures.

Keywords: Reinforcement corrosion. Reinforced concrete. Durability. Structural pathology. Preventive maintenance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Durabilidade do concreto	16
Figura 2 - Porosidade do concreto	16
Figura 3 - O mecanismo da corrosão	17
Figura 4 - Corrosão eletroquímica	17
Figura 5 - Processo de carbonatação	18
Figura 6 - Esquema do elemento	20
Figura 7 - Mapa da área estudada	24
Figura 8 - Vista superior da cobertura evidenciando a posição da calha e da viga	24
Figura 9 - Elemento estrutural estudado	25
Figura 10 - Elemento estrutural estudado	26
Figura 11 - Elemento estrutural estudado	26
Figura 12 - Perda de seção da viga	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Manifestações patológicas da viga analisada	27
Tabela 2 - Classes de agressividade ambiental (CAA)	30

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAA – Classe de Agressividade Ambiental

Ca(OH)_2 – Hidróxido de cálcio

CaCO_3 – Carbonato de cálcio

Cl^- – Íons cloreto

CO_2 – Dióxido de carbono

ELS – Estado Limite de Serviço

ELU – Estado Limite Último

IFPB – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

NBR – Norma Brasileira

pH – Potencial hidrogeniônico

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. JUSTIFICATIVA	14
4. REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1 DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	15
4.2 MECANISMOS DE DETERIORAÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO	16
4.3 CORROSÃO DAS ARMADURAS: CAUSAS E PROCESSOS ELETROQUÍMICOS	17
4.4 DIAGNÓSTICO E IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	18
4.5 MEDIDAS CORRETIVAS E TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO	19
4.6 ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E MANUTENÇÃO	19
5. METODOLOGIA	20
5.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	21
5.2 ESTUDO DE CASO	21
5.3 ETAPAS DA PESQUISA	21
5.3.1 Levantamento bibliográfico	21
5.3.2 Inspeção in loco	22
5.3.3 Diagnóstico das causas e análise técnica	22
5.3.4 Proposição de medidas corretivas e preventivas	22
5.4 MATERIAIS E MÉTODOS	22
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6.1 CARACTERIZAÇÃO DO ELEMENTO ESTRUTURAL ANALISADO	23
6.2 IDENTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	27
6.3 INTERPRETAÇÃO TÉCNICA DO PROCESSO DE CORROSÃO	28
6.4 IMPLICAÇÕES ESTRUTURAIS	30
6.5 PROPOSTAS DE RECUPERAÇÃO E MEDIDAS PREVENTIVAS	31
6.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA ANÁLISE	32
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A durabilidade e a segurança das estruturas de concreto armado constituem fundamentos essenciais da Engenharia Civil, sendo reguladas por normas técnicas que buscam assegurar o atendimento aos Estados Limites de Serviço (ELS) e aos Estados Limites Últimos (ELU), conforme disposto na NBR 6118 (ABNT, 2023) - Projeto de Estruturas de Concreto. No entanto, mesmo em estruturas adequadamente projetadas e executadas, a interação entre os materiais constituintes e o meio ambiente pode desencadear processos de deterioração capazes de comprometer sua vida útil e integridade estrutural.

Entre os diversos mecanismos de degradação, a corrosão das armaduras metálicas destaca-se como um dos fenômenos mais críticos. Esse processo resulta na expansão volumétrica do aço, gerando tensões internas que provocam fissuração, destacamento do cobrimento e redução da seção resistente, podendo, em casos severos, levar ao colapso parcial ou total da estrutura (HELENE, 1993). As causas mais comuns dessa corrosão estão associadas à carbonatação do concreto e à penetração de íons cloreto, ambos acelerados por condições ambientais agressivas e falhas de proteção superficial (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

O presente Trabalho tem como objetivo analisar esse fenômeno por meio de um estudo de caso prático. O objeto de estudo é uma viga pré-moldada localizada no galpão do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) Campus João Pessoa, situada em uma área de constante exposição à umidade. A situação é agravada pela proximidade de uma calha antiga, cuja infiltração e fluxo contínuo de água atuam como agentes agressivos, criando um ambiente propício à iniciação e à progressão da corrosão das armaduras.

Espera-se que a análise desse caso sirva como um instrumento de aprendizado e conscientização para a comunidade do IFPB, ressaltando a importância da atenção aos detalhes construtivos, à manutenção preventiva e ao controle das condições ambientais como estratégias fundamentais para assegurar a longevidade e a segurança das estruturas de concreto armado.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Discorrer sobre o fenômeno da corrosão de armaduras em estruturas de concreto

armado, tomando como objeto de estudo uma viga pré-moldada localizada no galpão do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal da Paraíba (IFPB).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as causas primárias e secundárias do processo corrosivo;
- Avaliar a influência das condições ambientais e construtivas na degradação do concreto e das armaduras;
- Propor medidas corretivas e preventivas para garantir a recuperação da integridade estrutural da viga;
- Diagnosticar o estado de conservação da viga pré-moldada por meio de inspeção visual e registro fotográfico;
- Determinar as possíveis causas da corrosão avaliando a influência da umidade persistente;
- Propor medidas corretivas para recuperação estrutural e ações preventivas para mitigar a reincidência da corrosão em estruturas similares.

3. JUSTIFICATIVA

O estudo da corrosão das armaduras é essencial para a compreensão das limitações de durabilidade das estruturas de concreto armado, bem como para o desenvolvimento de práticas construtivas mais eficientes e sustentáveis. A literatura técnica evidencia que uma parcela significativa das manifestações patológicas observadas nas edificações está associada a falhas de projeto, execução inadequada e ausência de manutenção preventiva, fatores que poderiam ser minimizados com maior atenção aos aspectos relacionados à durabilidade das estruturas.

A corrosão do aço em estruturas de concreto armado representa um dos principais mecanismos de degradação estrutural, podendo comprometer não apenas o desempenho mecânico dos elementos, mas também a segurança, a funcionalidade e a vida útil das edificações. Além dos impactos técnicos, esse fenômeno acarreta custos elevados com reparos e intervenções corretivas, tornando-se um problema relevante sob os pontos de vista econômico e ambiental.

Nesse contexto, a análise do caso da viga pré-moldada localizada no galpão de

materiais da construção civil na Unidade Acadêmica 1 (UA1) do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) Campus João Pessoa, justifica-se por representar uma situação real e recorrente em edificações submetidas à exposição contínua à umidade. O estudo contribui para a identificação dos mecanismos de deterioração associados à corrosão das armaduras, bem como para a proposição de medidas corretivas e preventivas aplicáveis a estruturas semelhantes. Além disso, este trabalho possui caráter didático e formativo, ao reforçar a importância da durabilidade e da manutenção preventiva como pilares fundamentais da Engenharia Civil contemporânea. Dessa forma, a pesquisa contribui para a formação técnica e crítica dos futuros engenheiros civis, estimulando a adoção de soluções construtivas mais responsáveis e alinhadas com os princípios da engenharia moderna.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

A durabilidade de uma estrutura de concreto armado é a sua capacidade de resistir, ao longo do tempo, às ações ambientais e mecânicas sem apresentar deteriorações que comprometam sua segurança e funcionalidade. Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2023), a durabilidade está associada ao projeto, à execução e à manutenção da estrutura, devendo ser assegurada por medidas que minimizem a penetração de agentes agressivos e garantam a integridade do aço e do concreto.

Nesse contexto, a Figura 1 ilustra o conceito de durabilidade do concreto armado, evidenciando a influência das condições ambientais e das decisões de projeto na vida útil das estruturas.

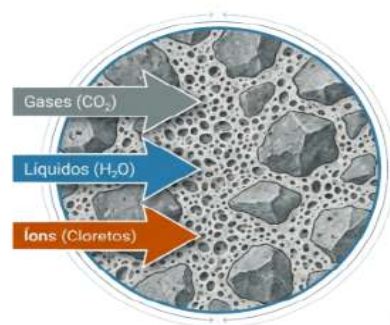
O concreto é um material poroso e, portanto, suscetível à penetração de gases, líquidos e íons. Essa característica faz com que, mesmo quando corretamente dimensionadas, as estruturas possam sofrer processos de deterioração em função de fatores ambientais e construtivos. Assim, a durabilidade depende diretamente da qualidade do concreto, do cobrimento das armaduras, do controle tecnológico e do uso adequado da estrutura (MEHTA; MONTEIRO, 2014). A Figura 2 apresenta de forma esquemática a porosidade do concreto, destacando os vazios internos responsáveis pela permeabilidade do material.

Figura 1 - Durabilidade do concreto



Fonte: Google NotebookLM, 2026.

Figura 2 - Porosidade do concreto



Fonte: Google NotebookLM, 2026.

4.2 MECANISMOS DE DETERIORAÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO

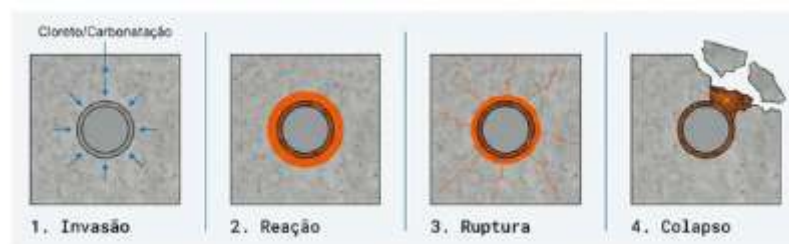
A deterioração do concreto ocorre quando há alteração de suas propriedades físicas ou químicas, levando à perda de desempenho. Segundo Helene (1993), os principais mecanismos de degradação estão associados à carbonatação, à penetração de cloretos, à reação álcali-agregado, à ataque por sulfatos, à umidade excessiva e à ação de agentes físicos, como ciclos de secagem e molhagem.

Esses processos, isolados ou combinados, comprometem a matriz cimentícia e a camada passiva que protege as armaduras. Em estruturas com falhas de drenagem, a presença constante de água potencializa esses mecanismos, criando um ambiente propício à corrosão

eletroquímica (SILVA; HELENE, 2019).

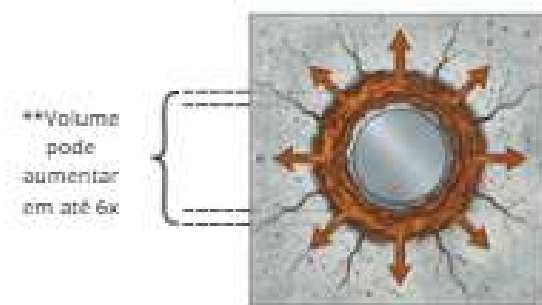
Nesse contexto, a Figura 3 apresenta de forma esquemática o mecanismo de corrosão das armaduras no concreto armado, evidenciando a perda da camada passivadora do aço em decorrência da ação de agentes agressivos. A ruptura dessa proteção natural possibilita o início do processo corrosivo, comprometendo a integridade das armaduras e a durabilidade da estrutura. A Figura 4 ilustra a expansão dos produtos de corrosão do aço no interior do concreto, fenômeno caracterizado pelo aumento de volume da armadura corroída. Essa expansão gera tensões internas no concreto, resultando no surgimento de fissuras longitudinais, destacamento do cobrimento e, em estágios mais avançados, no deslocamento do concreto de proteção.

Figura 3 - O mecanismo da corrosão



Fonte: Google NotebookLM, 2026.

Figura 4 - Corrosão eletroquímica



Fonte: Google NotebookLM, 2026.

4.3 CORROSÃO DAS ARMADURAS: CAUSAS E PROCESSOS ELETROQUÍMICOS

A corrosão das armaduras é uma das manifestações patológicas mais frequentes e perigosas nas estruturas de concreto armado, pois afeta diretamente a resistência e a estabilidade estrutural. Trata-se de um processo eletroquímico que ocorre quando o aço, normalmente protegido pela alcalinidade do concreto (pH acima 12,5), perde sua camada

passiva devido à redução do pH ou a presença de íons cloreto em concentrações críticas (HELENE, 1993).

Segundo Andrade e Dal Molin (2011), o fenômeno pode ser dividido em duas etapas principais:

- Despassivação, quando ocorre a ruptura da camada protetora do aço;
- Corrosão ativa, caracterizada pela formação de óxidos e hidróxidos de ferro.

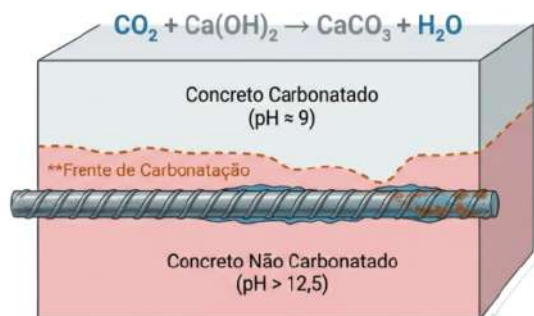
Esses produtos de corrosão têm volume até seis vezes superior ao do ferro original, gerando tensões internas no concreto, que provocam fissuração, destacamento do cobrimento e desagregação.

Dois mecanismos se destacam como principais causas da corrosão:

- Carbonatação: O dióxido de carbono (CO_2) do ar penetra nos poros do concreto e reage com o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) da pasta de cimento. Essa reação forma carbonato de cálcio (CaCO_3), reduzindo o pH do concreto para cerca de 9. A diminuição da alcalinidade desfaz a camada protetora da armadura, tornando-a vulnerável à corrosão na presença de oxigênio e umidade.
- Ação de cloretos: Os íons de cloreto (Cl^-), provenientes de ambientes agressivos (como orla marítima) ou de aditivos químicos, podem penetrar no concreto e quebrar a camada passiva, mesmo em condições de alto pH. Esse tipo de corrosão tende a ser localizado e mais rápido.

A Figura 5 ilustra o processo de carbonatação no concreto armado, evidenciando o avanço da frente carbonatada em direção à armadura e a consequente perda da proteção alcalina do aço, tornando-o suscetível à corrosão na presença de oxigênio e umidade.

Figura 5 - Processo de carbonatação



Fonte: Google NotebookLM, 2026.

4.4 DIAGNÓSTICO E IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

O diagnóstico da corrosão requer uma abordagem combinada entre avaliação visual, testes de campo e análise laboratorial. Visualmente, a presença de fissuras longitudinais, eflorescências, manchas de ferrugem e desagregação superficial são fortes indicativos do avanço do processo (HELENE, 1993).

Para quantificar e confirmar o diagnóstico, utilizam-se ensaios como:

- Determinação da profundidade de carbonatação, por meio da aplicação de fenolftaleína em superfície recém-exposta;
- Análise de cloretos totais e livres;
- Medição da resistividade elétrica do concreto, que indica a facilidade com que a corrente elétrica e, portanto, o processo corrosivo pode se propagar (ANDRADE; DAL MOLIN, 2011).

O cruzamento desses resultados permite classificar a gravidade do problema e subsidiar a escolha das técnicas de reparo e prevenção.

4.5 MEDIDAS CORRETIVAS E TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO

As intervenções em estruturas com corrosão de armaduras devem priorizar a eliminação das causas, a recomposição da seção estrutural e a restauração da durabilidade. O processo geralmente inclui as seguintes etapas:

- a) Remoção do concreto deteriorado até atingir material são;
- b) Limpeza mecânica das armaduras expostas, com escovas de aço ou jateamento abrasivo;
- c) Passivação das armaduras com produtos à base de cimento e inibidores de corrosão;
- d) Recomposição do cobrimento com argamassas poliméricas ou microconcretos de alta aderência;
- e) Proteção superficial com pinturas impermeabilizantes ou revestimentos epoxídicos (HELENE; TERZIAN, 1992).

Em casos mais severos, pode ser necessário o uso de técnicas de reforço estrutural, como chapas metálicas, mantas de fibra de carbono ou protensão suplementar (SILVA; HELENE, 2019).

4.6 ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E MANUTENÇÃO

A prevenção da corrosão inicia-se ainda na fase de projeto. Medidas como o uso de

cobrimentos adequados, concretos de baixa permeabilidade, adições minerais (sílica ativa, metacaulim, escória) e aditivos inibidores de corrosão contribuem significativamente para aumentar a vida útil das estruturas (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Além disso, o manejo adequado das águas pluviais, a manutenção das calhas e sistemas de drenagem e o monitoramento periódico das estruturas são fundamentais para evitar a reincidência de danos especialmente em ambientes sujeitos à elevada umidade.

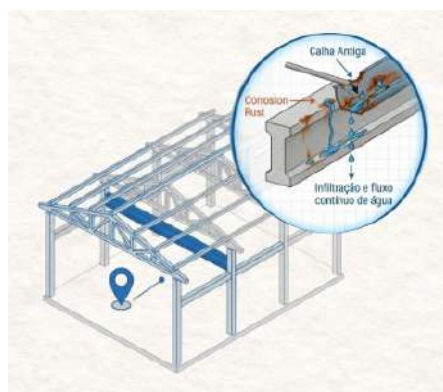
A manutenção preventiva deve incluir inspeções visuais semestrais e relatórios de acompanhamento técnico, permitindo a detecção precoce de anomalias e a adoção de medidas corretivas de baixo custo (HELENE, 1993).

5. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste Trabalho de Conclusão de Curso foi estruturada de forma a permitir uma análise sistemática, técnica e fundamentada no fenômeno de corrosão das armaduras em estruturas de concreto armado, com ênfase em um estudo de caso real. O desenvolvimento da pesquisa seguiu uma abordagem quantitativa, de caráter descritivo, complementada por observacionais, conforme detalhado a seguir.

Inicialmente, foi elaborado um esquema representativo do elemento estrutural, com o objetivo de facilitar a compreensão da sua configuração, posicionamento das armaduras e regiões analisadas durante o estudo. O esquema do elemento estrutural é apresentado na Figura 6, servindo como apoio visual para a interpretação dos resultados e para a descrição das manifestações patológicas identificadas ao longo da pesquisa.

Figura 6 - Esquema do elemento



Fonte: Google NotebookLM, 2026.

5.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é classificada como aplicada, uma vez que está direcionada à análise e à proposição de soluções para um problema real identificado em uma estrutura existente, característica típica dos estudos em patologia das estruturas de concreto armado (HELENE, 1992). O caráter descritivo se evidencia na observação e no registro sistemático das manifestações patológicas presentes na viga analisada, enquanto a abordagem qualitativa manifesta-se na interpretação técnica dos mecanismos de deterioração, considerando os aspectos construtivos, ambientais e os processos físico-químicos envolvidos na corrosão das armaduras (SOUZA; RIPPER, 1998). Quanto aos objetivos, o trabalho é classificado como um estudo de caso, uma vez que analisa de forma aprofundada uma situação específica, permitindo compreender detalhadamente o fenômeno observado no contexto em que está inserido.

5.2 ESTUDO DE CASO

O estudo foi realizado no galpão de materiais da construção civil na Unidade Acadêmica 1 (UA1) do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) Campus João Pessoa, onde se localiza a viga pré-moldada que é o objeto do estudo de caso. O elemento estrutural foi escolhido por apresentar sinais visuais evidentes de deterioração, associados à presença constante de umidade proveniente de uma calha antiga adjacente, que atua como fonte contínua de agentes agressivos.

5.3 ETAPAS DA PESQUISA

A execução deste trabalho de conclusão foi dividida em quatro etapas, conforme descritas a seguir:

5.3.1 Levantamento bibliográfico

Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o tema corrosão em estruturas de concreto armado, abordando seus mecanismos, causas, efeitos e métodos de prevenção. Foram utilizadas como referência as normas técnicas brasileiras principalmente a NBR 6118:2023 (Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento) e a NBR 14931:2024 (Execução de Estruturas de Concreto), além de artigos científicos, dissertações e livros especializados na área de patologia e durabilidade do concreto.

5.3.2 Inspeção in loco

Nesta etapa, foi realizada a avaliação visual direta da viga objeto de estudo, com o objetivo de identificar os principais sinais de degradação, como fissuras, eflorescências, desagregações e manchas de umidade. As manifestações foram registradas por meio de fotografias e anotações técnicas, possibilitando a caracterização das patologias e sua correlação com as possíveis causas, especialmente a exposição prolongada à umidade e à deficiência de drenagem no local.

5.3.3 Diagnóstico das causas e análise técnica

Com base nas observações de campo e nos conceitos teóricos levantados, foi elaborado um diagnóstico técnico sobre o estado de conservação da viga. Foram analisados os mecanismos prováveis de corrosão (carbonatação e/ou presença de íons cloreto), a influência da umidade persistente e as condições de serviço da estrutura. A interpretação dos resultados foi embasada em critérios normativos e técnicos, considerando os Estados Limites Últimos (ELU) e as condições de durabilidade prescritas pelas normas da NBR 6118 (ABNT, 2023).

5.3.4 Proposição de medidas corretivas e preventivas

Por fim, foi sugerido diretrizes de recuperação e manutenção do elemento estrutural, com base nos resultados obtidos. As recomendações incluíram procedimentos de reparo do concreto e das armaduras, tratamentos de proteção superficial e melhorias no sistema de drenagem, a fim de eliminar a causa primária do problema e evitar a reincidência do processo corrosivo. Também foram sugeridas ações de caráter preventivo e educativo, voltadas à conscientização dos estudantes e profissionais da área sobre a importância da manutenção preventiva e do controle da umidade em estruturas de concreto armado.

5.4 MATERIAIS E MÉTODOS

Durante a execução da pesquisa, foram utilizados instrumentos de inspeção visual (câmera fotográfica) para o registro das manifestações patológicas. As análises foram realizadas de acordo com as diretrizes da literatura técnica e das normas NBR 15575 (ABNT, 2021) (Edificações Habitacionais – Desempenho) e NBR 9452 (ABNT, 2023) (Inspeção de Estruturas de Concreto), quando aplicável.

Os dados coletados foram organizados e interpretados com o intuito de identificar relações entre as condições ambientais, os detalhes construtivos e o grau de deterioração da

estrutura. A análise foi complementada com esquemas e imagens explicativas, visando facilitar a compreensão do processo corrosivo e das recomendações propostas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 CARACTERIZAÇÃO DO ELEMENTO ESTRUTURAL ANALISADO

O elemento analisado neste estudo consiste em uma viga pré-moldada de concreto armado, integrante da estrutura de cobertura do galpão de Engenharia Civil do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) Campus João Pessoa. A viga em estudo apresenta comprimento total de aproximadamente 18,20 m, com altura original de 20 cm, caracterizando-se como um elemento estrutural contínuo do galpão. A inspeção visual e o levantamento dimensional realizados em campo permitiram identificar uma região específica com manifestações patológicas mais severas, concentradas em um trecho de aproximadamente 2,90 m de comprimento.

Nessa região deteriorada, observou-se uma redução da seção transversal da viga, decorrente da perda de material do concreto, principalmente associada à degradação superficial e à corrosão das armaduras. A altura atual do elemento nesse trecho é de aproximadamente 16 cm, indicando uma redução significativa em relação à seção original. Verificou-se que a face inferior da viga sofreu uma perda média de cerca de 2,5 cm, enquanto a face superior apresentou perda aproximada de 1,5 cm, resultando na diminuição efetiva da altura da seção.

Essa redução geométrica da seção transversal compromete o cobrimento das armaduras e pode influenciar negativamente o desempenho estrutural do elemento, uma vez que a diminuição da altura útil da viga está diretamente relacionada à sua capacidade resistente à flexão. Dessa forma, a caracterização dimensional da viga, tanto em sua condição original quanto na região deteriorada, constitui etapa fundamental para a avaliação dos efeitos da deterioração e para a análise do impacto das manifestações patológicas sobre a segurança e a durabilidade da estrutura.

A estrutura se encontra exposta às condições ambientais adversas, devido à proximidade com uma calha metálica antiga, cuja vedação deficiente tem permitido o escoamento e o gotejamento contínuo de água sobre o elemento estrutural. Essa situação configura um ambiente propício à penetração de umidade e à consequente iniciação do processo corrosivo das armaduras internas.

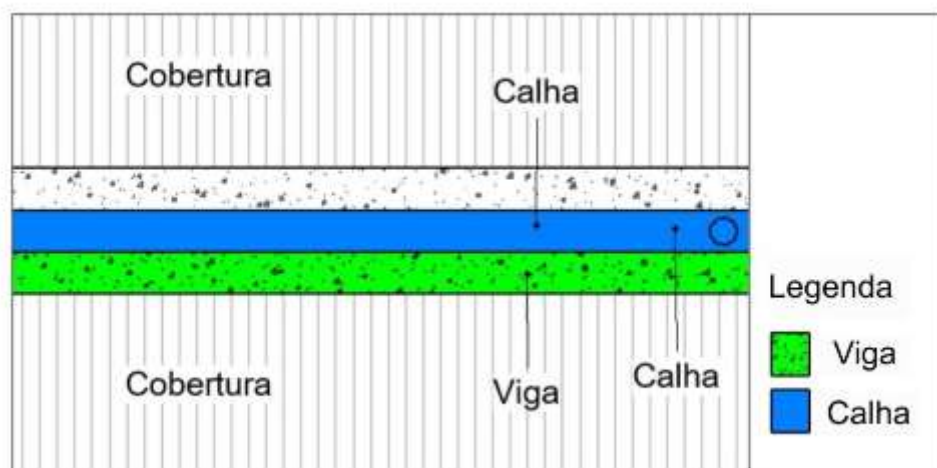
As imagens apresentadas a seguir têm como objetivo contextualizar a área e o elemento estrutural analisado neste estudo. Inicialmente, a Figura 7 apresenta o mapa da área estudada, permitindo a localização do galpão de Engenharia Civil no contexto do campus. Em seguida, a Figura 8 corresponde a um esquema elaborado pela autora, representando a vista superior da cobertura do galpão, com a finalidade de facilitar a compreensão da disposição dos elementos construtivos e do sistema de drenagem existente.

Figura 7 - Mapa da área estudada



Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 8 - Vista superior da cobertura evidenciando a posição da calha e da viga



Fonte: Acervo interno IFPB Campus João Pessoa, 2025.

A partir da Figura 9, 10 e 11 são apresentados os registros do elemento estrutural objeto deste estudo, especificamente a viga de concreto armado analisada, destacando-se sua posição na estrutura, bem como as regiões que apresentam manifestações patológicas e maior grau de deterioração.

Figura 9 - Elemento estrutural estudado



Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 10 - Elemento estrutural estudado



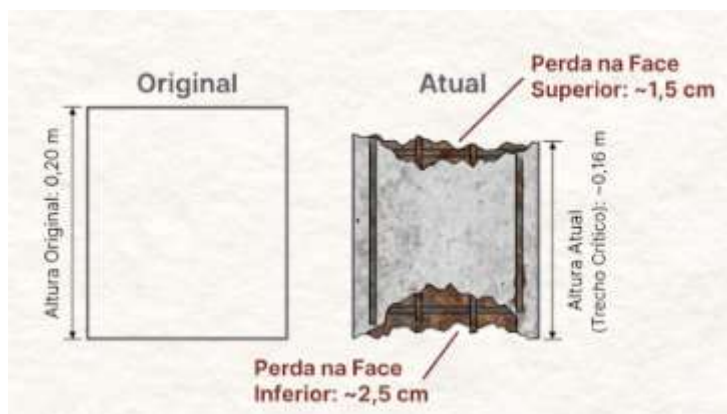
Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 11 - Elemento estrutural estudado



Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 12 - Perda de seção da viga



Fonte: Google NotebookLM, 2026.

Durante a inspeção visual, foram observados diversos sinais de deterioração superficial, incluindo fissuras longitudinais, desagregação do concreto de cobrimento, eflorescências e manchas de ferrugem conforme apresentado na (Figura 9 e 11). Tais manifestações indicam o avanço de processos patológicos relacionados à corrosão, conforme descrito por Mehta e Monteiro (2014), que associam esses sintomas à expansão volumétrica do aço oxidado e à perda de aderência entre concreto e armadura.

6.2 IDENTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

As principais manifestações observadas na viga estão resumidas na Tabela 1, que apresenta os tipos de patologias identificadas, suas características visuais, causas prováveis e localização ao longo do elemento estrutural.

Tabela 1 - Manifestações patológicas da viga analisada

Tipo de manifestação	Descrição observada	Provável causa	Localização
Fissuras longitudinais	Aberturas finas e contínuas acompanhando o eixo da viga	Expansão da armadura por corrosão	Região inferior da viga
Desagregação do cobrimento	Perda de fragmentos do concreto, com exposição do aço	Perda de aderência e corrosão avançada	Extremos da viga
Eflorescências	Depósitos esbranquiçados superficiais	Migração de sais solúveis devido à umidade	Próximo a calha de drenagem

Manchas de ferrugem	Presença de pontos avermelhados e escurecidos	Oxidação das barras de aço	Face lateral exposta
---------------------	---	----------------------------	----------------------

Fonte: Autoria Própria, 2025

A análise dos dados apresentados na Tabela 1 permite observar que as manifestações patológicas são típicas de processos corrosivos ativos, principalmente em ambientes expostos à umidade constante. A ocorrência simultânea de fissuras longitudinais, desagregação do cobrimento e manchas de ferrugem indica que a corrosão das armaduras encontra-se em estágio de evolução intermediário, caracterizado pela perda parcial de aderência entre o aço e o concreto, conforme descrito por Helene (1992) e Souza e Ripper (1998), que associam essas manifestações à expansão dos produtos de corrosão e à progressiva deterioração do cobrimento de concreto.

Além disso, as eflorescências observadas reforçam a hipótese de movimentação de umidade no interior do concreto, causada pelo contato direto e prolongado com a água proveniente da calha adjacente. Essa combinação de fatores demonstra que as condições ambientais e construtivas exercem influência direta sobre o desenvolvimento e a intensidade do processo de deterioração da viga analisada.

6.3 INTERPRETAÇÃO TÉCNICA DO PROCESSO DE CORROSÃO

A análise técnica das manifestações permite inferir que o processo de corrosão nesta viga se encontra em estágio intermediário de deterioração, caracterizado pela fissuração do cobrimento e pela exposição pontual das armaduras, conforme descrito por Helene (1992) e Souza e Ripper (1998). A fonte primária de agressividade está associada à infiltração contínua de água proveniente da calha adjacente, condição que mantém o concreto saturado e favorece o avanço da carbonatação, reconhecida como um dos principais mecanismos de despassivação do aço em ambientes úmidos e com redução do pH do concreto (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

A NBR 6118 (ABNT, 2023) estabelece que na fase de projeto a durabilidade das estruturas de concreto depende da espessura adequada do cobrimento, da qualidade do concreto e das condições ambientais de exposição. De modo geral, a classe de agressividade ambiental da região onde se insere o galpão pode ser enquadrada como Classe II (moderada), conforme a NBR 6118 (ABNT, 2023), considerando-se as condições climáticas locais e o ambiente urbano em que a edificação está inserida. Essa classificação representa o

enquadramento predominante do entorno da edificação como um todo.

Entretanto, a avaliação da durabilidade deve considerar não apenas a agressividade ambiental regional, mas também as condições específicas de exposição dos elementos estruturais. No caso da viga analisada, sua proximidade imediata com uma calha metálica antiga, associada à vedação deficiente e ao escoamento contínuo de água, cria um microambiente com elevada umidade, significativamente mais agressivo do que o ambiente geral da edificação.

Ressalta-se que a viga objeto deste estudo trata-se de um elemento estrutural executado em período anterior à consolidação dos critérios atualmente estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas por meio da NBR 6118:2023, especialmente no que se refere à classificação da Classe de Agressividade Ambiental (CAA) e às exigências mínimas de cobrimento para fins de durabilidade.

Dessa forma, é possível que, à época de sua execução, não tenham sido adotados parâmetros de dimensionamento e proteção compatíveis com os níveis de agressividade hoje prescritos. A análise apresentada neste trabalho baseia-se, portanto, nos critérios normativos vigentes, com o objetivo de avaliar o comportamento da estrutura à luz das exigências atuais de durabilidade, sem desconsiderar o contexto histórico de sua construção.

Dessa forma, embora a região seja caracterizada por uma agressividade ambiental moderada (Classe II), as condições locais de exposição da viga justificam a adoção de uma Classe de Agressividade Ambiental III (forte) para fins de análise de durabilidade e de cobrimento das armaduras. Essa abordagem está em consonância com os princípios da NBR 6118, que preconiza a consideração de situações específicas de exposição que possam intensificar os mecanismos de deterioração, como a corrosão das armaduras por carbonatação em ambientes úmidos.

Assim, a discrepância entre a classe ambiental da região e a classe adotada para o elemento estrutural estudado evidencia a importância da análise individualizada dos elementos, especialmente em áreas sujeitas a falhas de drenagem e exposição contínua à umidade, fatores determinantes para a redução da vida útil das estruturas de concreto armado, conforme a Tabela 2 - classes de agressividade ambiental (CAA) apresentada abaixo, correspondente a regiões de umidade elevada e risco acentuado de corrosão das armaduras por carbonatação.

Tabela 2 - classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Frac	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: NBR 6118 2023 - Projeto de estruturas de concreto

A perda de cobertura observada em alguns trechos indica redução da proteção física oferecida pelo concreto, expondo o aço ao contato direto com o ar e a água. Esse processo, segundo Helene e Andrade (2013), acelera a oxidação e gera tensões internas de tração que superam a resistência à tração do concreto, resultando nas fissuras longitudinais identificadas.

6.4 IMPLICAÇÕES ESTRUTURAIS

As manifestações patológicas identificadas na viga indicam a ocorrência de um processo de deterioração estrutural progressiva, cuja evolução pode comprometer significativamente o desempenho do elemento ao longo do tempo. A redução da seção transversal das armaduras em decorrência do processo de corrosão, associada à perda de aderência entre o aço e o concreto, compromete significativamente o desempenho estrutural das vigas de concreto armado. Esse fenômeno provoca diminuição da resistência à flexão, da rigidez estrutural e da capacidade de redistribuição de esforços, podendo resultar no aumento das deformações, no surgimento de fissuras excessivas e na redução da vida útil da estrutura (HELENE, 1986; SOUZA; RIPPER, 1998).

Em estruturas de concreto armado, a aderência entre os materiais é essencial para o

funcionamento conjunto entre aço e concreto. Quando essa interação é prejudicada pela presença de produtos de corrosão e fissuração do cobrimento, ocorre uma transferência ineficiente dos esforços, o que pode resultar em deformações excessivas e redução da capacidade resistente.

Além disso, o avanço do processo de corrosão das armaduras provoca o aumento do volume dos produtos de corrosão, gerando tensões internas de tração no concreto de cobrimento. Essas tensões favorecem a propagação e o alargamento das fissuras existentes, expondo progressivamente as armaduras ao ambiente externo e intensificando a penetração de agentes agressivos, o que acelera o processo de degradação da estrutura (HELENE, 1986; MEHTA; MONTEIRO, 2014). Esse comportamento caracteriza um ciclo progressivo de deterioração, no qual a perda de proteção do concreto e a corrosão do aço se retroalimentam, agravando o quadro patológico com o passar do tempo.

Embora o dano observado atualmente possa ser considerado localizado, sua manutenção sem intervenção adequada pode levar a um estágio crítico de comprometimento estrutural, colocando em risco o atendimento aos Estados Limites de Serviço (ELS) devido à perda de desempenho e à presença de fissuras e, eventualmente, aos Estados Limites Últimos (ELU), relacionados à segurança estrutural.

Dessa forma, a situação analisada evidencia a necessidade de ações corretivas imediatas e de monitoramento contínuo do elemento, visando interromper a progressão da corrosão, restaurar a integridade estrutural e assegurar a durabilidade e segurança da viga no contexto da edificação.

6.5 PROPOSTAS DE RECUPERAÇÃO E MEDIDAS PREVENTIVAS

Com base nas manifestações patológicas observadas e na análise das implicações estruturais decorrentes do processo corrosivo, torna-se necessária a adoção de medidas corretivas e preventivas capazes de interromper a progressão da deterioração e restabelecer a integridade da viga analisada. As intervenções propostas devem priorizar, inicialmente, a eliminação das causas do problema, seguida da recuperação do elemento estrutural e da proteção contra a reincidência da corrosão.

Como medida corretiva inicial, recomenda-se a remoção do concreto deteriorado nas regiões afetadas, até a obtenção de material íntegro e com boa resistência. Em seguida, as armaduras expostas devem ser devidamente limpas, por meio de escovação mecânica ou métodos equivalentes, a fim de remover produtos de corrosão e possibilitar a avaliação da perda de seção das barras. Após a limpeza, é indicada a aplicação de produtos passivadores,

que auxiliam na reconstituição da camada protetora do aço e retardam novos processos corrosivos.

A recomposição do cobrimento de concreto deve ser realizada com materiais adequados, como argamassas de reparo ou microconcretos estruturais, garantindo boa aderência, compatibilidade mecânica e proteção efetiva às armaduras. Posteriormente, recomenda-se a aplicação de um sistema de proteção superficial, como revestimentos impermeabilizantes ou hidrofugantes, com o objetivo de reduzir a absorção de água e a penetração de agentes agressivos.

No que se refere às medidas preventivas, destaca-se a correção do sistema de drenagem existente, com especial atenção à calha adjacente à viga, eliminando vazamentos, infiltrações e o contato direto da água com o elemento estrutural. O manejo adequado das águas pluviais é fundamental para evitar a manutenção de ambientes saturados, que favorecem a corrosão das armaduras.

Além disso, recomenda-se a implementação de um plano de manutenção preventiva, incluindo inspeções periódicas, registros fotográficos e monitoramento das condições da estrutura. Essas ações permitem a identificação precoce de novas manifestações patológicas e a adoção de intervenções de menor complexidade e custo.

Dessa forma, as medidas propostas visam não apenas a recuperação pontual da viga analisada, mas também a promoção da durabilidade e da segurança estrutural, contribuindo para a conservação da edificação e para a disseminação de boas práticas de manutenção em estruturas de concreto armado.

6.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA ANÁLISE

A análise realizada a partir do estudo de caso da viga pré-moldada evidenciou a relação direta entre as condições ambientais de exposição e o desenvolvimento de manifestações patológicas associadas à corrosão das armaduras. A presença constante de umidade, decorrente de falhas no sistema de drenagem, mostrou-se determinante para a ativação e progressão do processo corrosivo, mesmo em um elemento estrutural localizado em área parcialmente coberta.

As manifestações observadas, como fissuração do cobrimento, desagregação superficial, eflorescências e manchas de ferrugem, permitiram caracterizar um quadro típico de deterioração progressiva do concreto armado. Esses sintomas indicam a perda gradual da

capacidade de proteção do concreto sobre as armaduras, favorecendo a continuidade da corrosão e comprometendo o desempenho estrutural do elemento analisado.

Embora os danos identificados apresentem caráter localizado, a análise técnica demonstrou que sua evolução, caso não sejam adotadas medidas corretivas, pode resultar em prejuízos significativos à segurança e à durabilidade da estrutura. A perda de aderência entre o aço e o concreto e a redução da seção resistente das armaduras configuram fatores críticos que justificam a necessidade de intervenção em curto prazo.

Dessa forma, o estudo de caso reforça a importância da inspeção periódica, da correta condução das águas pluviais e da manutenção preventiva como estratégias fundamentais para a conservação das estruturas de concreto armado. As informações obtidas nesta análise servem de base para a proposição de soluções técnicas adequadas e contribuem para a compreensão prática dos mecanismos de deterioração, fortalecendo o caráter didático e aplicado deste trabalho.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo discorrer sobre o fenômeno da corrosão das armaduras em estruturas de concreto armado, por meio do estudo de caso de uma viga pré-moldada localizada no galpão do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal da Paraíba (IFPB). A pesquisa evidenciou que a durabilidade e a segurança das estruturas de concreto estão diretamente relacionadas às condições ambientais, aos detalhes construtivos e às práticas de manutenção adotadas ao longo da vida útil da edificação.

A partir da inspeção visual e da análise técnica realizada, foi possível identificar manifestações patológicas típicas de processos corrosivos ativos, como fissuras longitudinais, desagregação do cobrimento, eflorescências e manchas de ferrugem. Tais manifestações foram associadas, principalmente, à exposição contínua à umidade proveniente de falhas no sistema de drenagem, em especial na calha adjacente ao elemento estrutural analisado.

A interpretação dos resultados demonstrou que a corrosão das armaduras compromete progressivamente a integridade estrutural da viga, afetando a aderência entre o aço e o concreto, reduzindo a seção resistente das armaduras e prejudicando o desempenho estrutural. Embora os danos observados apresentem caráter localizado, sua evolução sem intervenção adequada pode resultar em riscos à segurança e à funcionalidade da estrutura.

Diante desse cenário, foram propostas medidas corretivas e preventivas voltadas à recuperação da viga e à mitigação da reincidência do processo corrosivo, destacando-se a remoção do concreto deteriorado, a passivação das armaduras, a recomposição do cobrimento, a proteção superficial do concreto e a correção do sistema de drenagem. Além disso, ressaltou-se a importância da manutenção preventiva e do monitoramento periódico como estratégias essenciais para garantir a durabilidade das estruturas de concreto armado.

Por fim, o estudo reforça a relevância da análise de casos reais no meio acadêmico, contribuindo para a formação de profissionais mais conscientes quanto à importância da durabilidade, da manutenção e do controle ambiental nas construções. Espera-se que este trabalho sirva como referência didática e técnica para futuras intervenções e estudos relacionados à patologia das estruturas de concreto armado.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro, 2023.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9452: Inspeção de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 14931: Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras — Requisitos. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ANDRADE, T.; DAL MOLIN, D. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: PINI, 2011.

BROOMFIELD, J. P. Corrosion of Steel in Concrete: Understanding, Investigation and Repair. Londres: Taylor & Francis / Spon Press, 2007.

HELENE, Paulo Roberto do Lago. Corrosão em armaduras de concreto armado. São Paulo: PINI, 1986.

HELENE, P.; TERZIAN, P. Manual de reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1992.

HELENE, Paulo. Corrosão em armaduras para concreto armado: causas e prevenção. São Paulo: Pini, 1993.

HELENE, Paulo. Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto. São Paulo: Pini, 2011.

HELENE, Paulo; ANDRADE, C. Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto. São Paulo: PINI, 2013.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

SILVA, Rafael Alves da; HELENE, Paulo Roberto do Lago. Durabilidade das estruturas de concreto: conceitos, mecanismos e práticas de projeto. São Paulo: PINI, 2019.

SILVA, J. M.; HELENE, P. Durabilidade e manutenção das estruturas de concreto. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: PINI, 1998.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
Campus João Pessoa - Código INEP: 25096850
Av. Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe, CEP 58015-435, João Pessoa (PB)
CNPJ: 10.783.898/0002-56 - Telefone: (83) 3612.1200

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de trabalho de conclusão de curso

Assunto:	Entrega de trabalho de conclusão de curso
Assinado por:	Antoniely Silva
Tipo do Documento:	Tese
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Antoniely Millena Souza Andrade da Silva, ALUNO (202012220047) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - JOÃO PESSOA, em 28/02/2026 00:03:17.

Este documento foi armazenado no SUAP em 28/02/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1782946

Código de Autenticação: 67405ec774

