



Análise Numérica dos Efeitos da Corrosão Ascendente e Descendente em Pilares Metálicos de Pórticos de Galpões

Camila Souza Carvalho

Mestranda, UFJF, Brasil
camilasouzaacarvalho@gmail.com
ORCID iD 0009-0006-8644-3065

Maria Ávila Branquinho

Professora Doutora, UFJF, Brasil
maria.branquinho@ufjf.br
ORCID iD 0000-0003-2236-2646

Submissão: 14/11/2025

Aceite 06/01/2026

CARVALHO, Camila Souza; BRANQUINHO, Maria Ávila. Análise Numérica dos Efeitos da Corrosão Ascendente e Descendente em Pilares Metálicos de Pórticos de Galpões. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, [S. l.], v. 14, n. 50, p. e2601, 2026. DOI: [10.17271/23178604145020266243](https://doi.org/10.17271/23178604145020266243). Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/cidades_verdes/article/view/6243

Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Análise Numérica dos Efeitos da Corrosão Ascendente e Descendente em Pilares Metálicos de Pórticos de Galpões

RESUMO

Objetivo - Avaliar numericamente o impacto da corrosão atmosférica no comportamento mecânico de pilares metálicos integrantes de pórticos de aço, considerando diferentes alturas e direções de propagação da deterioração. O estudo busca compreender como a perda de espessura influencia a rigidez e a estabilidade da estrutura, subsidiando decisões de projeto e manutenção preventiva.

Metodologia - A pesquisa foi conduzida por meio de modelagem numérica utilizando o *software* Abaqus, com base no modelo teórico de Vogel (1985). As simulações foram realizadas com elementos finitos tipo B21, adotando uma malha de 200 mm. Foram considerados cenários de corrosão com reduções de espessura progressivas ao longo dos períodos de exposição de 7, 15, 25 e 50 anos, conforme diretrizes da ABNT NBR ISO 9223 (2024).

Originalidade/relevância - O trabalho propõe uma abordagem que correlaciona a altura e direção da corrosão à perda de desempenho estrutural, destacando regiões críticas e padrões de deterioração típicos em pilares metálicos.

Resultados - Os resultados indicam que a corrosão ascendente apresenta efeitos graduais, tornando-se significativa apenas quando atinge cerca de 1,0 m de altura, enquanto a corrosão descendente provoca deterioração perceptível já com 0,4 m de extensão. Observou-se redução da rigidez e antecipação da falha da estrutura, ainda que com variações de deslocamento em pequenas grandezas.

Contribuições teóricas/metodológicas - O estudo aprimora a compreensão do efeito localizado da corrosão em elementos metálicos estruturais, apresentando um método replicável de simulação via método dos elementos finitos.

Contribuições sociais e ambientais - A pesquisa reforça a importância da durabilidade e sustentabilidade em construções metálicas, promovendo o uso racional de recursos por meio de estratégias de manutenção preventiva e extensão da vida útil das estruturas. A aplicação prática dos resultados pode reduzir custos de reabilitação, minimizar o desperdício de material e contribuir para edificações mais resilientes e ambientalmente responsáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Corrosão. Estrutura Metálica. Modelagem Computacional. Simulação. Manutenção preventiva.

2

Numerical Analysis of the Effects of Ascending and Descending Corrosion on Steel Columns of Industrial Portal Frames

ABSTRACT

Objective - To numerically evaluate the impact of atmospheric corrosion on the mechanical behavior of steel columns in portal frames, considering different heights and directions of deterioration propagation. The study aims to understand how thickness loss influences the stiffness and stability of the structure, supporting design and preventive maintenance decisions.

Methodology - The research was carried out through numerical modeling using the Abaqus® software, based on the theoretical model proposed by Vogel (1985). Simulations were performed with B21 beam elements, using a 200 mm mesh size. Corrosion scenarios with progressive thickness reductions were considered over exposure periods of 7, 15, 25, and 50 years, according to the guidelines of ABNT NBR ISO 9223 (2024).

Originality/Relevance - The work proposes an approach that correlates the height and direction of corrosion with the loss of structural performance, highlighting critical regions and typical deterioration patterns in steel columns.

Results - The results show that ascending corrosion exhibits gradual effects, becoming significant only when it reaches approximately 1.0 m in height, whereas descending corrosion causes noticeable deterioration with extensions as small as 0.4 m. A reduction in stiffness and an earlier onset of structural instability were observed, even with small displacement variations.

Theoretical/Methodological Contributions - The study enhances the understanding of localized corrosion effects in structural steel members, presenting a replicable finite element-based simulation method.

Social and Environmental Contributions - The research reinforces the importance of durability and sustainability in steel structures, promoting the rational use of resources through preventive maintenance strategies and extension



of service life. The practical application of the results may reduce rehabilitation costs, minimize material waste, and contribute to more resilient and environmentally responsible buildings.

KEYWORDS: Corrosion. Steel Structure. Computational Modeling. Simulation.

Análisis Numérico de los Efectos de la Corrosión Ascendente y Descendente en Pilares Metálicos de Pórticos de Naves Industriales

RESUMEN

Objetivo - Evaluar numéricamente el impacto de la corrosión atmosférica en el comportamiento mecánico de los pilares metálicos que integran pórticos de acero, considerando diferentes alturas y direcciones de propagación del deterioro. El estudio busca comprender cómo la pérdida de espesor influye en la rigidez y la estabilidad de la estructura, sirviendo de base para la toma de decisiones de diseño y mantenimiento preventivo.

Metodología - La investigación se desarrolló mediante modelado numérico utilizando el software Abaqus®, basado en el modelo teórico propuesto por Vogel (1985). Las simulaciones se realizaron con elementos tipo B21, adoptando una malla de 200 mm. Se consideraron escenarios de corrosión con reducciones progresivas de espesor a lo largo de períodos de exposición de 7, 15, 25 y 50 años, de acuerdo con las directrices de la norma ABNT NBR ISO 9223 (2024).

Originalidad/Relevancia - El trabajo propone un enfoque que correlaciona la altura y la dirección de la corrosión con la pérdida de desempeño estructural, destacando regiones críticas y patrones típicos de deterioro en pilares metálicos.

Resultados - Los resultados indican que la corrosión ascendente presenta efectos graduales, volviéndose significativa solo cuando alcanza aproximadamente 1,0 m de altura, mientras que la corrosión descendente provoca deterioro perceptible con extensiones de apenas 0,4 m. Se observó una reducción de la rigidez y una anticipación del fallo estructural, aunque con variaciones de desplazamiento de pequeña magnitud.

Contribuciones Teóricas/Metodológicas - El estudio mejora la comprensión del efecto localizado de la corrosión en los elementos estructurales metálicos, presentando un método de simulación reproducible basado en el método de los elementos finitos.

Contribuciones Sociales y Ambientales - La investigación refuerza la importancia de la durabilidad y la sostenibilidad en las construcciones metálicas, promoviendo el uso racional de los recursos mediante estrategias de mantenimiento preventivo y extensión de la vida útil de las estructuras. La aplicación práctica de los resultados puede reducir los costos de rehabilitación, minimizar el desperdicio de material y contribuir a edificaciones más resilientes y ambientalmente responsables.

PALABRAS CLAVE: Corrosión. Estructura Metálica. Modelado Computacional. Simulación. Mantenimiento preventivo.



1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a incorporação do aço na construção civil ocorreu de forma tardia, uma vez que o sistema convencional em concreto armado com vedação em alvenaria consolidou-se ao longo de décadas, devido à sua familiaridade técnica, ampla disponibilidade de mão de obra e materiais. Contudo, acompanhando as tendências globais de inovação, o uso de estruturas metálicas vem crescendo gradualmente, motivado pela busca por processos mais ágeis, leves e sustentáveis. Nesse cenário, o aço passou a ser valorizado não apenas por suas propriedades estruturais, mas também pela possibilidade de conferir maior liberdade de formas aos projetos, reduzir prazos de execução, garantir maior precisão construtiva e possibilitar desmontagem e reaproveitamento. Tais características reforçam sua relevância em um contexto de sustentabilidade e adaptação às transformações do ambiente construído (Cortez, 2017).

Entretanto, a durabilidade dessas estruturas depende fortemente da interação entre o aço e o ambiente em que se encontram inseridas. A corrosão é definida na literatura como um processo de ataque destrutivo e não intencional aos metais, resultando em sua deterioração ao longo do tempo. Tal fenômeno pode ocorrer por mecanismos eletroquímicos ou por oxidação, manifestando-se, em geral, a partir da superfície do material (Pannoni; Silva, 2010; Gentil, 2022; Callister Jr., 2015). Trata-se do principal agente de degradação em estruturas metálicas, sendo responsável por perdas de espessura, redução da seção resistente e, em casos extremos, comprometimento da estabilidade global do sistema estrutural. Além disso, nos países industrializados, os prejuízos decorrentes da corrosão correspondem, em média, a cerca de 3,5% do Produto Interno Bruto (PIB). Estima-se que entre 30% e 50% dessas perdas poderiam ser prevenidas mediante a adoção apropriada de técnicas de controle de corrosão já consolidadas no setor (Pannoni, 2017). A identificação e o diagnóstico preciso dessas patologias fornecem subsídios técnicos essenciais para a manutenção e a reabilitação estrutural. Nesse contexto, o uso de abordagens avançadas de mapeamento e diagnóstico permite uma visão abrangente das condições da edificação, facilitando a tomada de decisões para intervenções mais eficientes e contribuindo para o aumento da durabilidade, da segurança e da preservação das estruturas ao longo do tempo (Teixeira *et al.*, 2024; Albuquerque *et al.*, 2024). A corrosão também é um fator que leva à substituição prematura de peças de estruturas metálicas e essa perda antecipada de funcionalidade não apenas eleva o consumo de novos materiais e de energia na produção de peças de reposição, como também gera volumes significativos de resíduos metálicos. Nesse contexto, a adoção de estratégias que viabilizem a extensão do seu ciclo de vida útil torna-se fundamental. Tal abordagem está em consonância com os princípios da economia circular e contribui para a redução de impactos ambientais, ao minimizar a demanda por matérias-primas mitigar a geração de resíduos sólidos na construção civil (Vale *et al.*, 2021).

Ainda segundo Pannoni (2017), a corrosão afeta não apenas a segurança estrutural, mas também eleva custos de manutenção e reduz a vida útil das estruturas metálicas. Assim, compreender seus mecanismos e prever sua progressão é essencial para garantir durabilidade e sustentabilidade. Nesse contexto, a modelagem computacional baseada no Método dos Elementos Finitos (MEF) mostra-se uma ferramenta eficaz para simular perdas de espessura e



avaliar o impacto da deterioração no desempenho estrutural (Wei et al., 2019; Liu et al., 2020; Deringer, 2020). O modelo de Vogel (1985) foi adotado como referência para desenvolver essa pesquisa por sua ampla aplicação em estudos de pórticos metálicos, oferecendo base teórica consolidada e possibilitando a validação dos resultados obtidos neste trabalho.

2 OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo analisar numericamente o impacto da corrosão atmosférica na rigidez e no desempenho estrutural de pórticos metálicos de galpões, com foco na influência da altura de corrosão nos pilares sobre o comportamento global da estrutura. Para isso, foi desenvolvido e validado um modelo numérico de pórtico metálico em perfis IPE 360 no *software* Abaqus®, tomando como referência o modelo experimental de Vogel (1985). Os resultados obtidos permitem identificar os pontos mais sensíveis à perda de espessura e compreender de que forma a deterioração influencia a estabilidade estrutural, fornecendo subsídios para o planejamento de estratégias de manutenção preventiva.

3 CORROSÃO EM ESTRUTURAS METÁLICAS

A siderurgia constitui, em escala mundial, o setor industrial com maior índice de emissão de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, respondendo por aproximadamente 7% a 9% das emissões globais, conforme dados da *World Steel Association*. Diante desse cenário, torna-se imprescindível a avaliação da vida útil das estruturas metálicas, uma vez que a ampliação de sua durabilidade contribui para a redução da necessidade de produção de novos componentes em aço. Essa abordagem está diretamente alinhada às metas de descarbonização e à busca por construções mais sustentáveis, nas quais a eficiência estrutural e a racionalização do uso de materiais assumem papel estratégico (AGRIMIDIA, 2022).

No Brasil, o emprego do aço abrange diversas tipologias construtivas: em obras de infraestrutura, como pontes e viadutos, destaca-se a utilização do material na superação de grandes vãos livres; em empreendimentos comerciais, aeroportos e edifícios de múltiplos andares, o uso do aço está associado à viabilidade de coberturas de grande porte e à otimização de custos e prazos; nos galpões industriais, o material é empregado em coberturas de grandes dimensões; já nos espaços desportivos, privilegia-se o uso de treliças e pilares esbeltos para obtenção de amplos espaços internos (Melo, 2021). Do ponto de vista ambiental, o aço constitui uma alternativa estratégica, uma vez que é 100% reciclável e pode ser reaproveitado indefinidamente sem perda de propriedades (Moliterno; Brasil, 2015). Em termos de durabilidade, caracteriza-se pela elevada resistência mecânica e estabilidade estrutural, desde que seja adequadamente protegido contra os processos corrosivos (Silva; Mei, 2010). Contudo, algumas limitações devem ser consideradas, tais como a suscetibilidade à corrosão, que demanda manutenção periódica e aplicação de revestimentos protetores, e a necessidade de integração com outros materiais para a execução de elementos não lineares, como lajes, e a restrição do mercado em determinadas regiões do Brasil (Pannoni; Silva, 2010).



No que diz respeito ao desempenho, a norma NBR 15575-1/2013 define patologia como a não conformidade que se manifesta no produto em decorrência de falhas de projeto, fabricação, instalação, execução, montagem, uso ou manutenção, bem como por problemas não associados ao envelhecimento natural dos materiais (ABNT, 2013). De acordo com Cândido (2005) e Melo (2021), as manifestações patológicas em estruturas de aço podem ser agrupadas em três categorias: adquiridas, transmitidas e atávicas. As patologias adquiridas estão relacionadas à ausência de manutenção e a falhas de projeto que favorecem o acúmulo de agentes agressivos, como gases corrosivos, líquidos industriais, umidade e vibrações excessivas. As patologias transmitidas, por sua vez, decorrem de vícios construtivos, geralmente associados a deficiências de execução e à falta de capacitação técnica das equipes de montagem. Já as patologias atávicas têm origem em falhas de dimensionamento estrutural, concepções inadequadas de projeto ou incompatibilidades entre materiais, comprometendo a estrutura desde suas fases iniciais e exigindo rigor técnico desde o projeto até a execução. Ressalta-se que estas últimas ocorrem com maior frequência (Garcia, 2025).

3.1 Corrosão

Como uma das principais patologias encontradas em estruturas metálicas, a corrosão consiste na degradação de metais em decorrência de reações químicas ou eletroquímicas com o meio ambiente, podendo ocorrer independentemente da presença de solicitações mecânicas. Esse processo altera a microestrutura e compromete as propriedades físicas do material, reduzindo sua integridade estrutural (Gentil, 2022). No caso do aço, a corrosão manifesta-se pela formação de ferrugem, um produto poroso e de baixa aderência, cujo volume pode ser até dez vezes superior ao do metal original, gerando tensões internas que afetam não apenas componentes expostos, mas também elementos embutidos em concreto armado (Weimer; Thomas; Dresch, 2018). O grande problema da ferrugem é que, diferentemente de uma pátina aderida ao metal base, ela não forma uma camada estável e aderente, mas sim se desprende com o tempo, promovendo a perda progressiva de massa do material original e acelerando o processo de degradação estrutural (Jr., 2020).

A maioria dos metais, tendem a reagir espontaneamente com o ambiente, originando processos de corrosão, como o escurecimento da prata e a ferrugem do ferro. Esse fenômeno pode ser entendido como o inverso da siderurgia: enquanto a metalurgia reduz minérios para obter o metal, a corrosão o oxida, levando-o de volta a uma condição estável semelhante à de sua origem mineral. No caso do ferro, por exemplo, a ferrugem corresponde ao óxido hidratado ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), muito próximo ao minério hematita (Fe_2O_3), evidenciando sua tendência natural de retornar ao estado original (Gentil, 2022). As estratégias de mitigação da corrosão podem ser agrupadas em quatro categorias: alteração do processo de fabricação, modificação do meio corrosivo, melhoria das características do metal e, principalmente, aplicação de revestimentos protetores. Geralmente, os sistemas de proteção são compostos por três camadas: primer, responsável pela aderência e proteção inicial; intermediária, que aumenta a espessura e atua



como selante; e de acabamento, que garante resistência química e define o aspecto final. (Gentil, 2022).

A corrosão atmosférica pode ser classificada conforme a perda de massa do aço, de acordo com as diretrizes da ABNT NBR ISO 9223 (2024), que estabelece os procedimentos para determinação das taxas de corrosão em diferentes ambientes naturais. Ambas as normas apresentam categorias de agressividade que variam de muito baixa (C1) a extrema (CX), relacionando fatores ambientais - como umidade, presença de cloretos, poluentes e temperatura - à taxa de deterioração do material, o que permite estimar sua vida útil residual. Ambientes internos secos (C1) apresentam perdas insignificantes, enquanto atmosferas industriais e costeiras severas (C5–CX) exigem sistemas de proteção anticorrosiva mais robustos, devido à aceleração dos processos de degradação (ABNT NBR ISO 12944, 2018). As taxas de corrosão correspondentes a cada categoria estão sintetizadas no Quadro 1, que fornece subsídios importantes para o planejamento de manutenção, seleção de revestimentos e calibração de modelos numéricos que representem a redução gradual de espessura em perfis metálicos, possibilitando análises realistas de durabilidade e reaproveitamento estrutural.

Quadro 1 - Classificação de taxas de corrosão em diferentes cenários, conforme NBR 9223/2024

Categoria de agressividade atmosférica	Condições ambientais típicas	Taxa de corrosão de referência do aço-carbono ($\mu\text{m}/\text{ano}$)	Exemplos de ambientes
Muito baixa (C1)	Ambientes internos secos, baixa umidade relativa	$\leq 1,3$	Galpões industriais secos, edifícios residenciais internos
Baixa (C2)	Áreas urbanas com baixa poluição, umidade moderada	$> 1,3$ a 25	Ambientes rurais, depósitos ventilados
Moderada (C3)	Ambientes urbanos e industriais com poluição moderada e/ou proximidade de áreas costeiras internas	> 25 a 50	Cidades industriais, regiões com chuvas frequentes
Alta (C4)	Ambientes industriais ou costeiros com elevada umidade e poluição	> 50 a 80	Portos, regiões costeiras úmidas, zonas urbanas industriais
Muito alta (C5)	Ambientes industriais severos ou áreas costeiras tropicais com elevada salinidade	> 80 a 200	Zonas portuárias com atmosfera marinha intensa
Extrema (CX)	Atmosferas muito agressivas com presença contínua de sais, umidade e contaminantes industriais	> 200 a 700	Regiões industriais químicas severas, zonas offshore

Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO 9223 (2024).

A determinação das taxas de corrosão atmosférica é fundamental para a avaliação da durabilidade de componentes metálicos, especialmente em estruturas de cobertura, onde a integridade do material é crítica para a segurança e funcionalidade da edificação. Conhecer esses dados permite estimar a perda de espessura ao longo do tempo, fornecendo subsídios para calcular a vida útil residual das peças e definir intervalos adequados de manutenção ou substituição. Além disso, a quantificação da taxa de corrosão possibilita a identificação de cenários de degradação acelerada, orientando decisões sobre proteção anticorrosiva e



estratégias de reaproveitamento. Dessa forma, a incorporação de informações sobre taxas de corrosão em análises estruturais contribui não apenas para a segurança e economia, mas também para a adoção de práticas sustentáveis na construção civil, ao prolongar o ciclo de vida dos materiais e reduzir o descarte desnecessário de componentes metálicos (Cândido, 2005).

Além do grau de classificação, a corrosão em estruturas metálicas pode se manifestar de diferentes formas, cada uma com características próprias e impactos distintos sobre o desempenho estrutural. A corrosão uniforme promove a perda homogênea de espessura em toda a superfície exposta, enquanto a puntiforme (ou por pite) e a alveolar ocorrem de maneira localizada, formando cavidades ou sulcos de diferentes proporções. A corrosão por placas e a esfoliação afetam regiões específicas, provocando desprendimento progressivo de material ou separação de camadas paralelas, comprometendo gravemente a integridade estrutural. Já a corrosão galvânica resulta do contato entre metais distintos na presença de eletrólito, degradando o metal menos nobre. A corrosão por frestas, de difícil detecção, desenvolve-se em regiões pouco acessíveis devido à diferença de oxigenação, enquanto a filetada surge em forma de filetes, principalmente em enrijecedores de pilares. Além disso, cordões de solda e bases de colunas metálicas configuram pontos críticos, uma vez que tensões residuais, irregularidades superficiais, presença de umidade e agentes agressivos favorecem processos corrosivos acelerados, exigindo cuidados específicos no detalhamento, preparo e proteção (Gentil, 2022; Neto; Cunha, 2025).

3.2 Principais ocorrências de corrosão em galpões metálicos

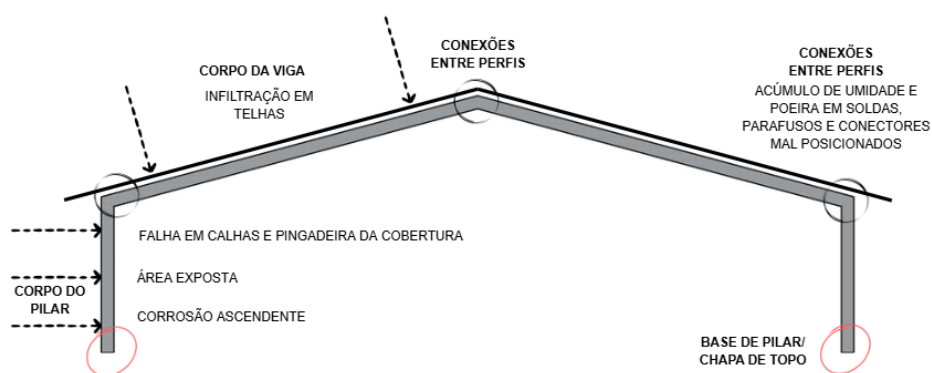
8

A corrosão representa um dos principais mecanismos de degradação em estruturas metálicas, frequentemente associada a falhas de projeto, execução ou manutenção. Nas bases dos pilares com chapas de topo, o processo corrosivo pode atingir os cordões de solda, originando a perda parcial do revestimento protetivo e da oxidação superficial, agravada pelo acúmulo de água pluvial, pela umidade constante e pela execução das bases ao nível do piso. Os pilares, de modo geral, apresentam alta suscetibilidade à corrosão ascendente, originada pelo acúmulo de água nas bases; à corrosão intermediária, em virtude da exposição direta às intempéries; e à corrosão descendente, resultante de falhas em calhas e sistemas de drenagem no topo (Mendes et al., 2020), corroborando com Gentil (2012), que descreve que a corrosão ascendente pode chegar a 1 metro de altura. As vigas metálicas da cobertura, por sua vez, tendem a apresentar corrosão localizada nas regiões de solda, em função da degradação do sistema de pintura, do acúmulo de impurezas e de falhas de impermeabilização no telhamento ou nas conexões. Essas manifestações patológicas reforçam a importância do adequado detalhamento construtivo, da especificação de soluções preventivas e da realização de inspeções periódicas para garantir a durabilidade e a segurança das estruturas metálicas (Santos, 2016). Entre os fatores que agravam o problema estão a preparação inadequada da superfície, a utilização de materiais de qualidade inferior, a ausência de manutenções periódicas e a falta de detalhamentos construtivos apropriados, que reduzem a capacidade de proteção da estrutura. De acordo com Rahgozar (2009), em estudo sobre a avaliação da capacidade de vigas

tipo “I” submetidas à corrosão, a perda de massa em um mesmo perfil pode se manifestar de maneira distinta ao longo da alma. A literatura indica que a redução de espessura tende a ser mais acentuada nas regiões próximas às mesas, em função do acúmulo de impurezas e da retenção de umidade nas quinas. Quanto às mesas, a deterioração também varia conforme a posição da viga, sendo a flange superior – mais exposta – geralmente mais suscetível à perda de espessura do que a inferior.

A Figura 1 apresenta um resumo dos pontos mais suscetíveis a corrosão em um pórtico metálico, segundo a literatura estudada.

Figura 1 - Croqui Resumo De Pontos Mais Suscetíveis A Corrosão Em Pórticos De Cobertura



Fonte: Elaborado pelas Autoras (2025).

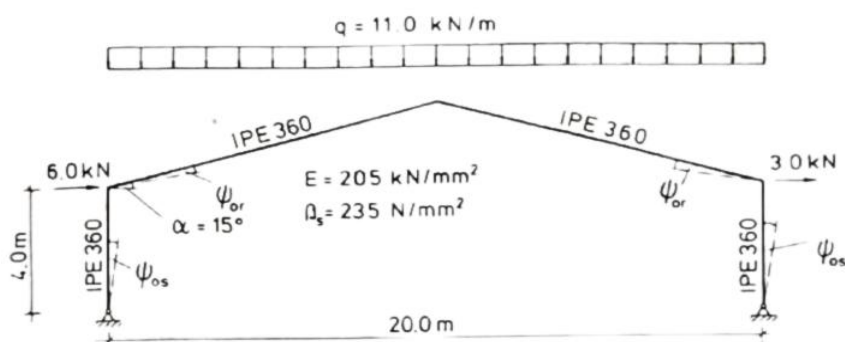
Em síntese, verifica-se que as bases dos pilares são particularmente suscetíveis ao acúmulo de umidade e impurezas, favorecendo a propagação da corrosão desde o início da seção do pilar. A região central do pilar, amplamente exposta ao ambiente externo, também apresenta vulnerabilidade significativa. Já a extremidade superior pode ser afetada por corrosão decorrente de falhas na execução ou manutenção de calhas e pingadeiras da cobertura. No corpo das vigas superiores, infiltrações provenientes do telhado podem elevar os níveis de umidade, enquanto todas as conexões estruturais — incluindo conectores retos, parafusos sem vedação e cordões de solda — tornam-se pontos críticos quando mal dimensionadas ou executadas, propiciando acúmulo de água e intensificação dos processos corrosivos.

4 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho fundamenta-se em um referencial teórico abrangente, composto por artigos científicos, livros e normas técnicas que tratam de estruturas metálicas na construção civil, corrosão, sustentabilidade e métodos de análise estrutural baseados no Método dos Elementos Finitos. A partir dessa base conceitual, procedeu-se à modelagem de um pórtico metálico (Figura 2), tomando como referência o modelo teórico desenvolvido por Vogel (1985) de uma cobertura em perfis metálicos IPE360, o qual serve de suporte para a definição dos parâmetros estruturais e para a realização das simulações

computacionais necessárias à investigação proposta. A escolha desse modelo deve-se à sua representatividade no âmbito da engenharia de estruturas metálicas, bem como à relevância do estudo clássico do autor, que fornece parâmetros consolidados para a avaliação do comportamento mecânico desses elementos. As análises conduzidas consideraram a não-linearidade geométrica e física típica destas estruturas e contempladas por Vogel (1985).

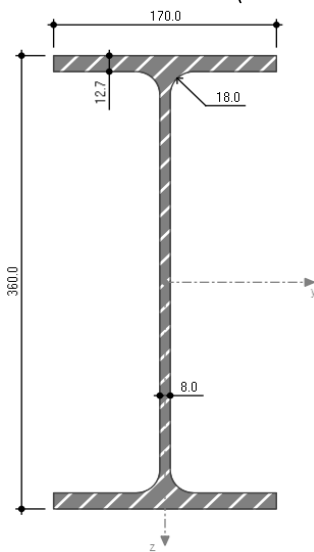
Figura 2 - Modelo de pórtico desenvolvido por Vogel (1985)



Fonte: Vogel (1985)

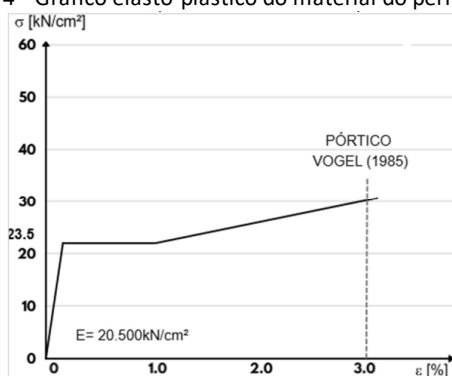
O modelo estrutural adotado corresponde a um pórtico metálico em perfis IPE 360 (laminado de aço estrutural, como mostra a Figura 3), com vão de 20,0 metros e altura de pilares de 4,0 metros. A inclinação da cobertura foi considerada de 15° em relação à horizontal, com ligações rígidas entre pilares e vigas. O material empregado foi o aço estrutural, definido com módulo de elasticidade 205 GPa e tensão de escoamento de 235 MPa, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 3 - Perfil I laminado - IPE360 (dimensões em mm)



Fonte: Adaptado de Arcelor Mital (2018).

Figura 4 - Gráfico elasto-plástico do material do perfil IPE360

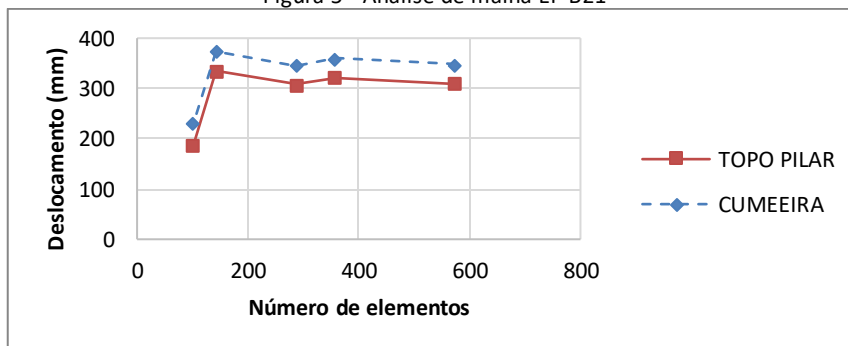


Fonte: Adaptado de Vogel (1985).

Quanto às condições de contorno, os apoios foram modelados como apoiados na base dos pilares, garantindo restrição apenas aos deslocamentos. O carregamento é composto por uma carga distribuída uniforme de $q=11,0$ kN/m aplicada ao longo da cobertura, além de ações concentradas de 6,0 kN e 3,0 kN nos encontros das vigas com os pilares.

Para a modelagem do pórtico metálico no *software* Abaqus, foi adotado o elemento finito do tipo B21, pertencente à família de elementos de viga (*beam elements*) unidimensionais. A escolha desse elemento foi motivada por sua eficiência computacional e pela compatibilidade com as condições de contorno e o carregamento definidos no estudo de Vogel (1985), o que favorece a validação do modelo numérico a partir da comparação das curvas carga-deslocamento obtidas. Para garantir a precisão e a estabilidade dos resultados numéricos, foi realizado um estudo de refinamento de malha no modelo do pórtico metálico (Figura 5). A partir dessas análises, verificou-se que uma malha com tamanho de elemento igual a 200 mm, correspondendo a 144 elementos discretizando a estrutura, apresentou convergência satisfatória dos parâmetros de interesse, incluindo deslocamentos e esforços internos, sem aumento desnecessário do tempo de processamento.

Figura 5 - Análise de malha EF B21

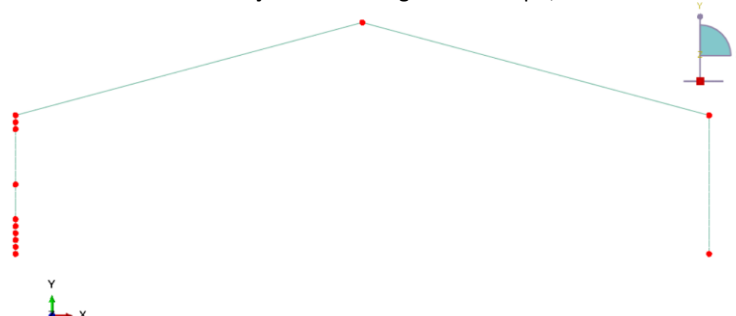


Fonte: Elaborado pelas Autoras (2025)

Com base nas informações obtidas na revisão teórica (sintetizadas na Figura 1), foi possível identificar que os pilares metálicos constituem regiões particularmente suscetíveis à corrosão, especialmente nas bases, onde ocorre acúmulo de umidade, e nas zonas superiores,

próximas às ligações com as vigas, onde falhas de estanqueidade podem acelerar o processo de deterioração. Diante disso, o modelo numérico foi particionado em “parts” de 200 mm, correspondentes ao tamanho do elemento finito utilizado, possibilitando a análise segmentada do pilar sob diferentes condições de corrosão. Foram consideradas alturas de corrosão de 200, 800, 1000 e 2000 mm a partir da base, representando o avanço ascendente da deterioração, e 200 e 400 mm a partir do topo, simulando a corrosão descendente (pilar esquerdo). Essa estratégia de modelagem permite uma avaliação detalhada da influência da altura da corrosão no comportamento global do pórtico, conforme ilustrado na Figura 6, que apresenta a disposição e numeração dos pontos analisados.

Figura 6 - Coordenadas indicando discretização da modelagem no Abaqus, de acordo com os pontos de corrosão



Fonte: Elaborado pela Autora (2025).

O cenário de corrosão adotado neste estudo representa uma corrosão uniforme, caracterizada pela redução proporcional e simultânea da espessura nas mesas e na alma do perfil metálico. Foram considerados horizontes temporais de 7, 15, 25 e 50 anos, em conformidade com as faixas de durabilidade de sistemas de proteção anticorrosiva estabelecidas pela ABNT NBR ISO 12944 (2018), de modo a analisar a evolução progressiva da deterioração ao longo do tempo. As simulações foram conduzidas inicialmente sob o cenário ambiental C3, que corresponde a ambientes urbanos e industriais moderadamente agressivos, nos quais os pórticos metálicos são amplamente empregados, permitindo uma representação mais realista das condições de exposição mais recorrentes para esse tipo de estrutura. De acordo com a ABNT NBR ISO 9223 (2024), estima-se que a perda de espessura no Cenário C3 seja de 0,026 mm/ano. A Tabela 1 apresenta as estimativas correspondentes de perda de massa e espessura para os diferentes períodos de exposição considerados neste estudo.

Tabela 1 - Estimativa de perda de espessura de perfis metálicos

Cenário	Taxa (mm/ano)	7 anos (mm)	15 anos (mm)	25 anos (mm)	50 anos (mm)
C3 (urbano moderado)	0,026	0,182	0,39	0,65	1,3

Fonte: Elaborado pelas Autoras (2025).

E tendo em vista as espessuras da alma e das mesas do perfil IPE 360, é possível estimar os valores de perda de espessura correspondentes a cada grau de classificação de corrosividade, em função do tempo de exposição (Tabela 2).

Tabela 2 - Estimativa de espessura residual do perfil IPE360 ao longo dos anos

Cenário / horizonte	Perda (mm)	Espessura residual da alma (mm)	Espessura residual da mesa (mm)
Original (sem corrosão)	0,00	8,00	12,70
C3 – 7 anos	0,18	7,82	12,52
C3 – 15 anos	0,39	7,61	12,31
C3 – 25 anos	0,65	7,35	12,05
C3 – 50 anos	1,30	6,70	11,40

Fonte: Elaborado pelas Autoras (2025).

Dessa forma, a metodologia adotada neste estudo estabelece uma base sólida para a análise dos efeitos da corrosão em pilares metálicos, integrando modelagem numérica, critérios normativos e simulações progressivas de perda de espessura.

5 RESULTADOS

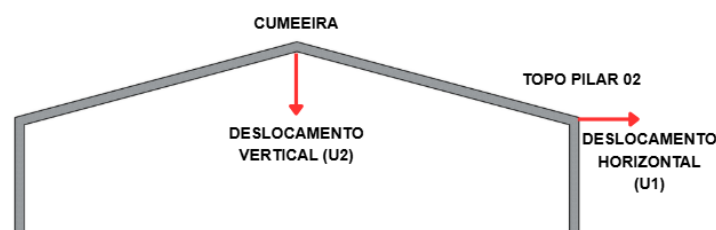
A presente seção, inicialmente, apresenta a validação do modelo no *software* Abaqus, buscando compatibilidade entre a resposta numérica e os resultados experimentais obtidos por Vogel (1985), em termos de capacidade de carga e deslocabilidade. Foram avaliados os parâmetros de estabilidade do pórtico e realizadas simulações bidimensionais de deslocamento, permitindo a obtenção de gráficos comparativos entre os pontos previamente demarcados, com o objetivo de identificar as regiões que apresentam maior deformação sob carregamento.

13

5.1 Validação do modelo de referência

Para a calibração e validação do modelo numérico, foram exportados os dados obtidos a partir das simulações realizadas no Abaqus, permitindo a construção de um gráfico de curva carga-deslocamento representativa do comportamento do pórtico metálico. Essa curva foi comparada com a apresentada por Vogel (1985) no estudo experimental de referência, possibilitando a avaliação da fidelidade do modelo em reproduzir o desempenho estrutural observado. Para desenvolvimento do gráfico, foram exportados os dados de Load Proportionality Factor (LPF) — um parâmetro que representa o fator de amplificação gradual das cargas aplicadas até o ponto de instabilidade ou colapso estrutural — e deslocamento dos pontos de cumeeira e topo do pilar direito, conforme realizado por Vogel (1985) e indicado na Figura 7.

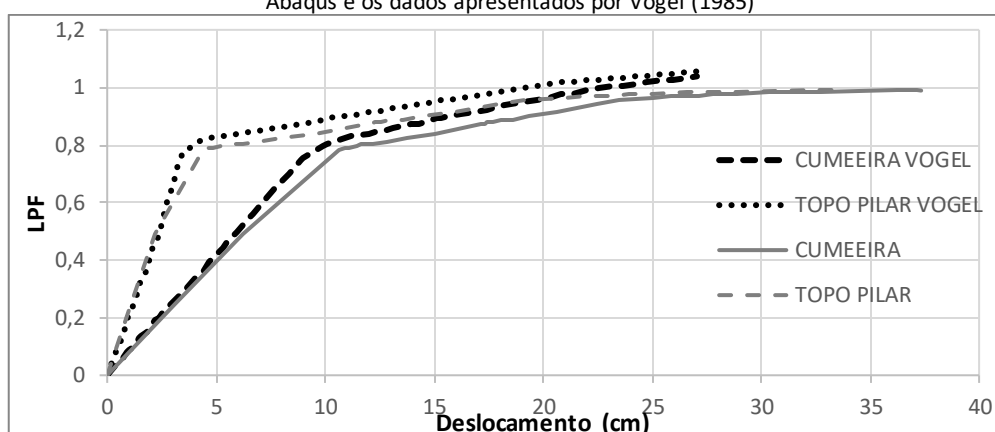
Figura 7 – Indicação dos pontos analisados de acordo com Vogel (1985)



Fonte: Elaborado pelas Autoras (2025).

A Figura 8 apresenta a comparação entre as curvas obtidas pelo modelo teórico de Vogel (1985), representadas pelas linhas em preto, e aquelas derivadas da modelagem computacional desenvolvida no Abaqus, indicadas pelas linhas em cinza. Nota-se que as curvas do modelo numérico exibem valores ligeiramente inferiores de LPF nas etapas iniciais do carregamento, particularmente na região da cumeeira, sugerindo menor rigidez inicial quando comparadas ao modelo teórico. Todavia, à medida que o deslocamento aumenta, as curvas tendem a convergir, evidenciando que, apesar das simplificações assumidas no modelo teórico de Vogel, este representa de forma satisfatória o comportamento global da estrutura. A discrepância observada no estágio de falha foi de apenas 7,5%.

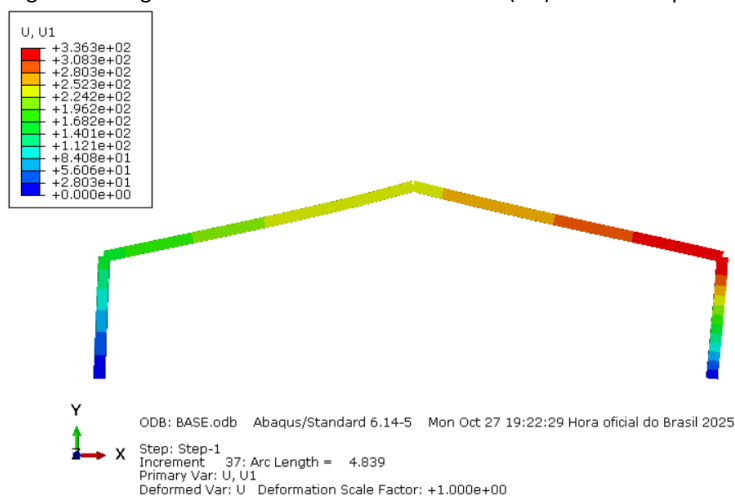
Figura 8 - Comparativo de dados de deslocamento obtidos por meio da modelagem desenvolvida no *software* Abaqus e os dados apresentados por Vogel (1985)



Fonte: Elaborado pela Autora (2025).

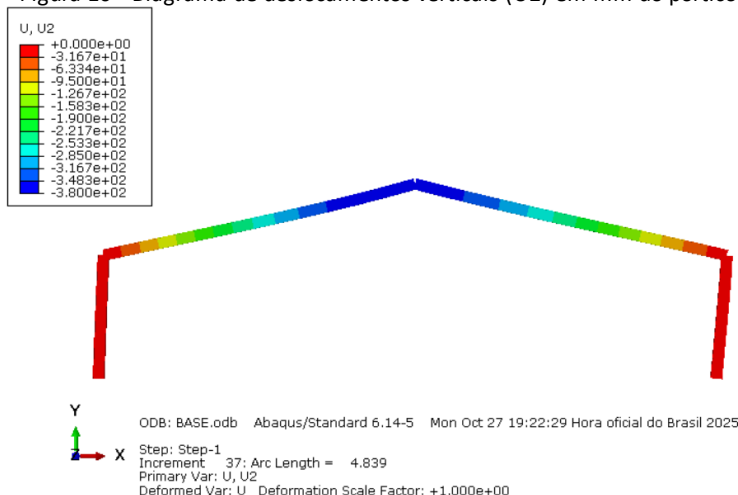
As diferenças identificadas podem ser atribuídas à consideração, no modelo computacional, de fatores adicionais, como as tensões residuais dos perfis. A etapa de validação confirma que o modelo é adequado para análises subsequentes, incluindo simulações de redução de espessura para representar diferentes cenários de corrosão, garantindo que os resultados reflitam de forma realista o comportamento estrutural das peças. A Figura 9 apresenta o comportamento de deslocamento horizontal (U1, em milímetros, do pórtico no Modelo de Referência, sem perda de espessura, evidenciando maiores deslocamentos nas regiões de ligação entre vigas e pilares, típicos da flexão estrutural. Já a Figura 10 mostra o deslocamento vertical (U2), em milímetros, com máxima deformação no centro do vão, característica de estruturas biapoiadas. Esses resultados representam o comportamento íntegro da estrutura, servindo como referência para comparação com os cenários de corrosão simulados.

Figura 9 - Diagrama de deslocamentos horizontais (U1) em mm do pórtico



Fonte: Elaborado pela Autora (2025).

Figura 10 - Diagrama de deslocamentos verticais (U2) em mm do pórtico



Fonte: Elaborado pela Autora (2025).

De modo geral, os resultados apresentados para o caso de referência confirmam o comportamento estrutural esperado de um pórtico metálico íntegro, sem influência de processos corrosivos. As distribuições de deslocamento nas direções horizontal e vertical evidenciam um desempenho coerente com o modelo teórico de Vogel (1985), com maior deformação concentrada nas regiões de transição entre vigas e pilares e no vão central da cobertura.

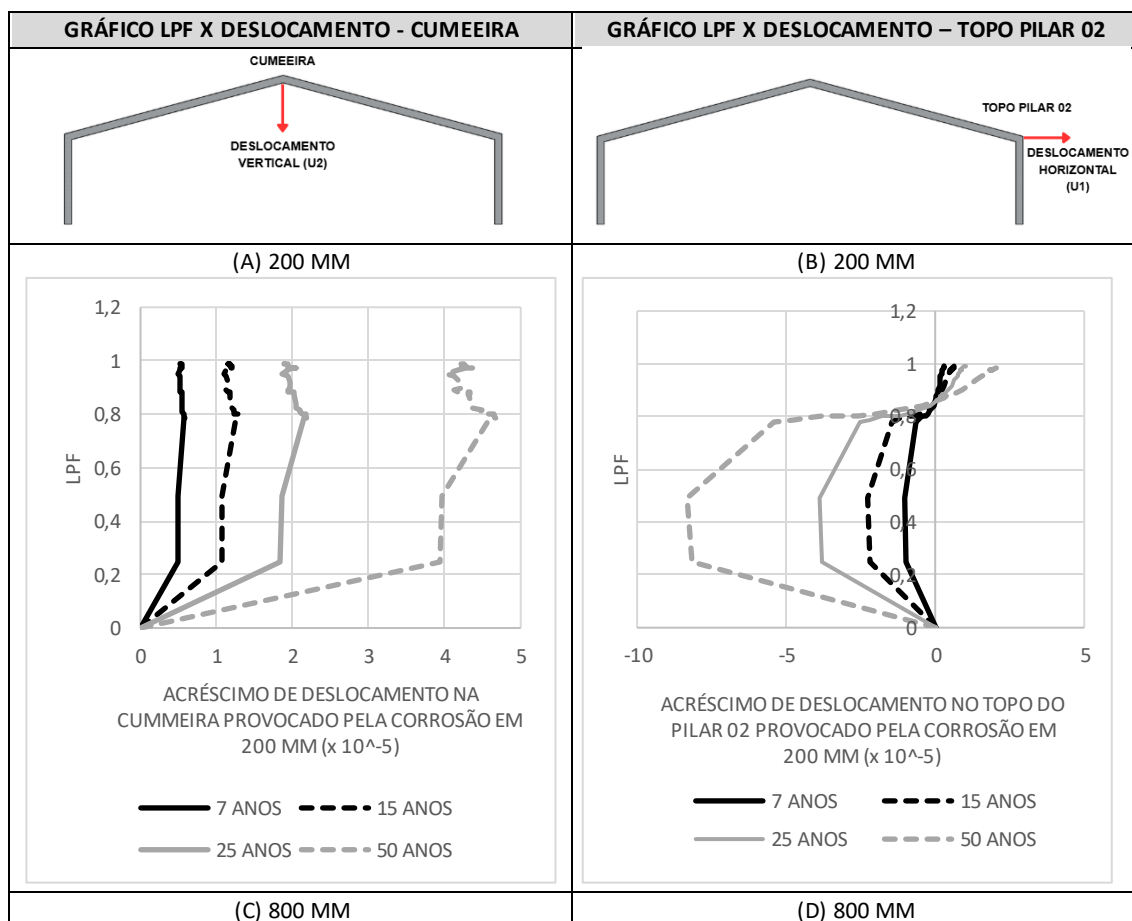
5.2 Simulação - Cenário Urbano Moderado (C3)

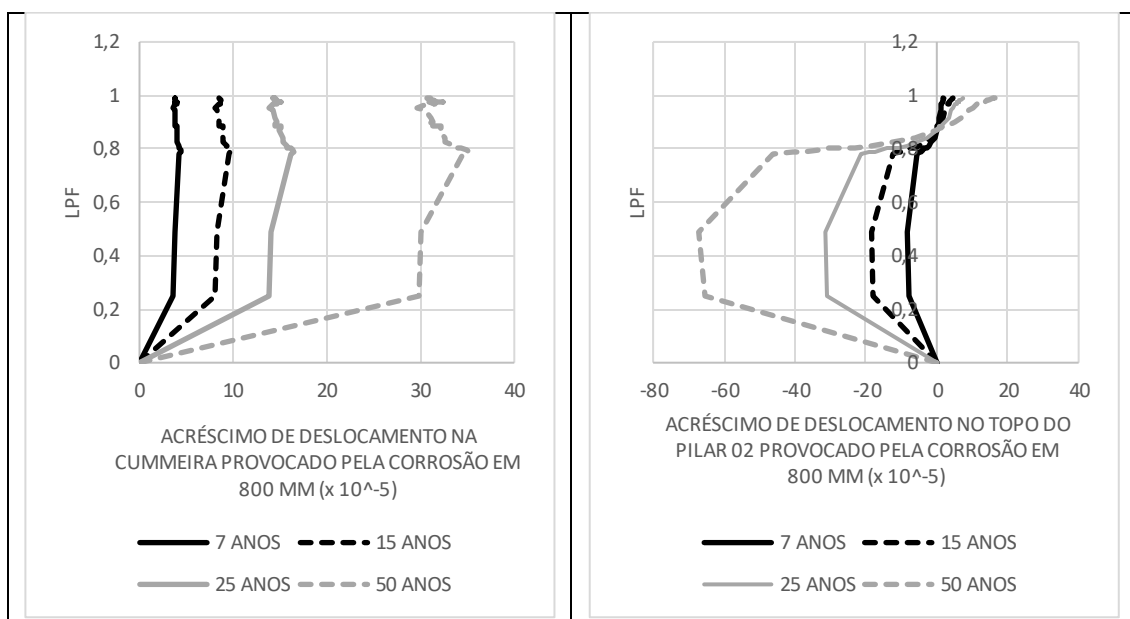
A presente seção apresenta um estudo preliminar no *software* Abaqus para avaliar o comportamento estrutural do pórtico frente à perda uniforme de espessura do perfil IPE 360, conforme os dados da Tabela 3. A simulação, baseada no cenário de corrosão C3 (ABNT NBR ISO

9223, 2024), foi conduzida de forma incremental, variando a altura afetada em intervalos de 200 mm, a fim de identificar o ponto em que a deterioração passa a influenciar significativamente o desempenho estrutural. As análises consideraram os deslocamentos vertical da cumeeira e horizontal do topo do pilar 02 (direito), em conformidade com Vogel (1985), permitindo a comparação direta dos resultados obtidos.

Os gráficos apresentados nas Figuras 11, 12 e 13, que relacionam o deslocamento em função do fator de proporcionalidade de carga (LPF), permitem comparar o impacto da corrosão progressiva no desempenho estrutural do pórtico metálico ao longo do tempo.

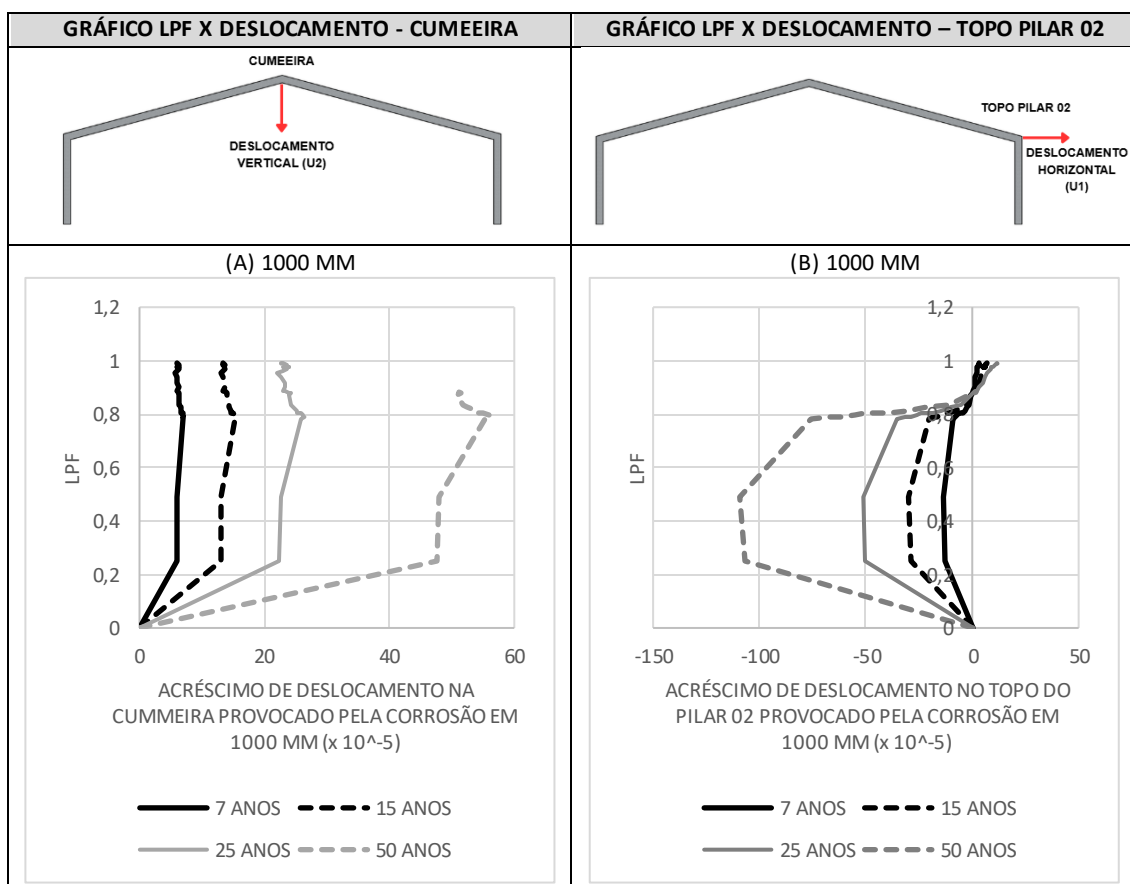
Figura 11 - Gráficos de LPF x deslocamento da estrutura considerando perda de massa por corrosão ao longo dos anos, da base para o topo

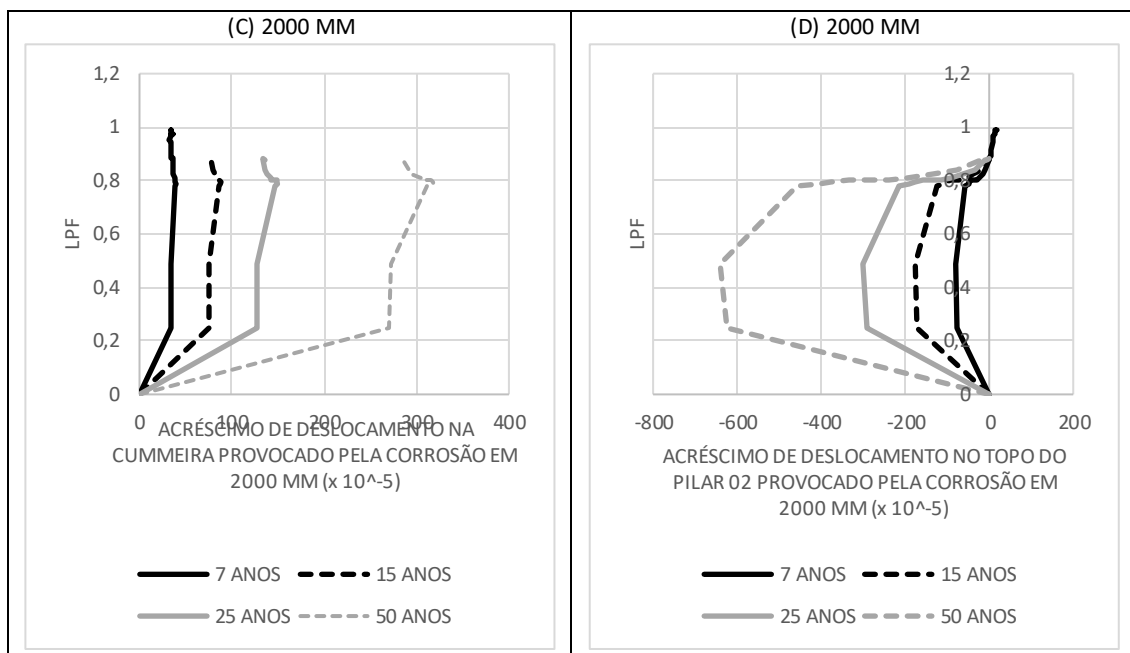




Fonte: Elaborado pelas Autoras (2025).

Figura 12 - Gráficos de LPF x deslocamento da estrutura considerando perda de massa por corrosão ao longo dos anos, da base para o topo

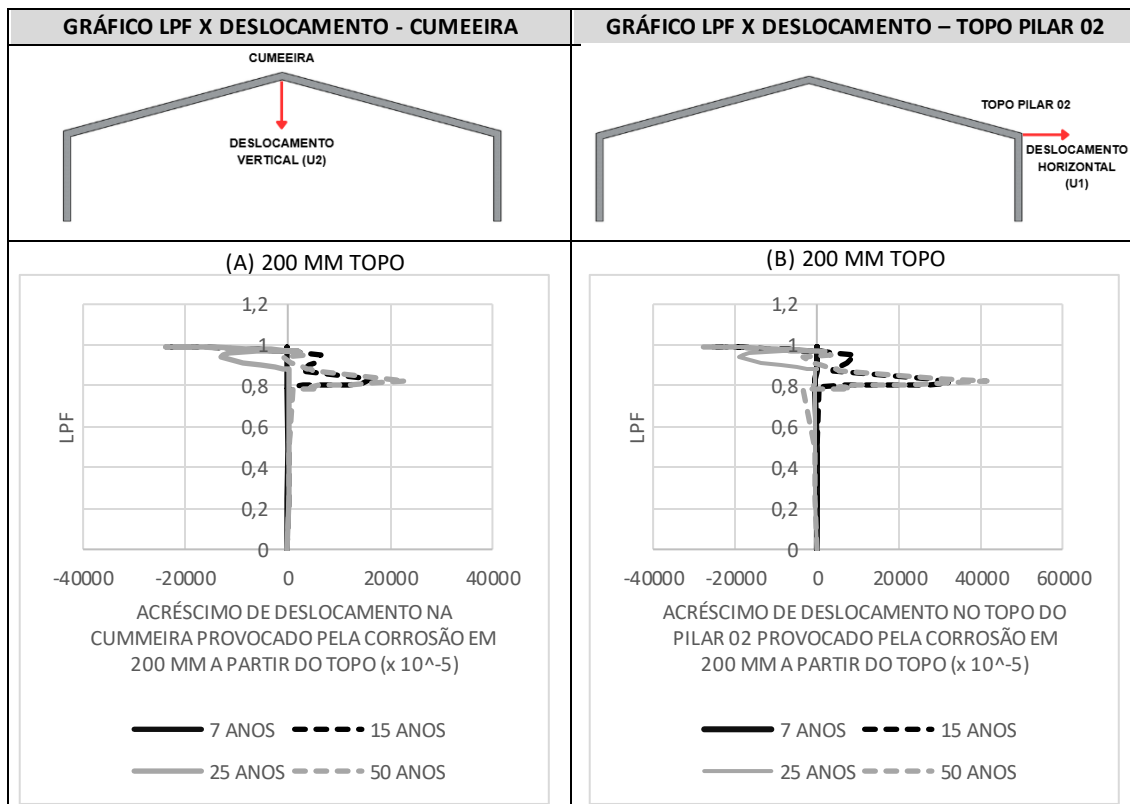


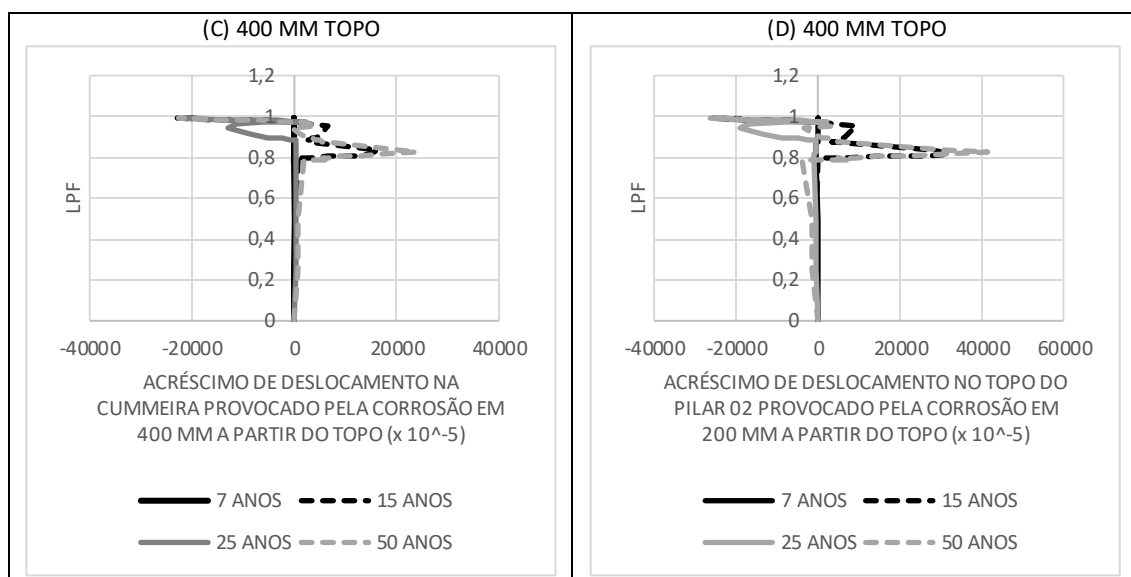


Fonte: Elaborado pelas Autoras (2025).

Figura 13 - Gráficos de LPF x deslocamento da estrutura considerando perda de massa por corrosão ao longo dos anos, do topo para a base

18





Fonte: Elaborado pelas Autoras (2025).

Os resultados indicam que o avanço da corrosão, conforme os períodos de exposição (7, 15, 25 e 50 anos), provoca aumento gradual dos deslocamentos verticais na cumeeira, indicando perda de rigidez e capacidade resistente — embora as variações permaneçam de pequena magnitude. Nos casos de corrosão ascendente, os deslocamentos aumentam de forma discreta até cerca de 800 mm de altura (Gráfico 11C e 11D), tornando-se mais expressivos a partir de 1000 mm (Gráfico 12A e 12B), até 0,006 mm, quando a deterioração atinge zonas críticas de solicitação, em consonância com Gentil (2022), que associa a corrosão por umidade ascendente à base dos pilares. Já na corrosão descendente, observa-se comportamento mais sensível: mesmo pequenas extensões de deterioração (200–400 mm) geram acréscimo de deslocamentos de até 0,01 mm, indicando maior vulnerabilidade nas regiões de ligação viga-pilar (Gráficos da Figura 13).

Conclui-se que o comportamento estrutural depende fortemente da localização e da extensão da corrosão. A ascendente apresenta efeitos graduais, enquanto a descendente provoca degradação mais rápida e significativa. Assim, os pontos superiores devem ser priorizados em ações de manutenção, reforçando a importância do detalhamento construtivo e da manutenção preventiva nas interfaces entre pilares e vigas.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a corrosão exerce influência sobre o comportamento estrutural de pilares metálicos, mesmo em situações de pequenas perdas de espessura. Verificou-se que a localização da deterioração é um fator determinante. Enquanto a corrosão ascendente nas bases tende a causar efeitos graduais, a corrosão descendente nas regiões superiores provoca reduções mais imediatas na rigidez e no desempenho estrutural. O topo do pilar, por sua vez, mostrou-se uma região particularmente sensível à deterioração,



demandando maior atenção nas rotinas de inspeção e manutenção, sobretudo em situações associadas a falhas de calhas, infiltrações ou acúmulo de água nas ligações viga-pilar. Esses achados reforçam a importância de considerar a distribuição da corrosão ao longo da altura dos elementos na avaliação da durabilidade de estruturas metálicas. Além disso, destaca-se a relevância de estender essa análise para outras regiões suscetíveis à deterioração, como conexões e pontos no corpo das vigas (conforme indicado na Figura 1), uma vez que a interação entre diferentes pontos de corrosão pode intensificar os efeitos globais sobre o desempenho estrutural. Dessa forma, o estudo contribui para o aprimoramento de práticas projetuais e de manutenção preventiva, promovendo maior durabilidade, segurança e sustentabilidade nas construções metálicas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 (2025).

7 Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9223: Corrosão atmosférica – Classificação, determinação e estimativa da taxa de corrosão de metais e ligas**. Rio de Janeiro, 2012.

AGRIMIDIA (Brasil). Agrimidia (org.). **Indústria siderúrgica mundial é a maior vilã das emissões de CO₂**. 2022. Disponível em: <https://www.agrimidia.com.br/biomassa-e-bioenergia/industria-siderurgica-mundial-e-a-maior-vila-das-emissoes-de-co2/>. Acesso em: 2 out. 2025.

ALBUQUERQUE, Everson Silva de *et al.* Inspeção das fachadas dos Edifícios Sergadas Vianna e SulAmérica em Recife/PE por meio de Aeronave Remotamente Pilotada para detecção de manifestações patológicas. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, [S.L.], v. 12, n. 38, p. 157-168, 30 set. 2024. ANAP - Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista. <http://dx.doi.org/10.17271/23178604123820245446>.

CALLISTER JR., W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

CÂNDIDO, L. C. **Patologias em estruturas metálicas**. Ouro Preto: UFOP, 2005. 160 p.

CHEN, A.; ZHANG, X.; ZHOU, Z. Aprendizado de máquina: acelerando o desenvolvimento de materiais para armazenamento e conversão de energia. **InfoMat**, v. 2, p. 553–576, 2020.

CORTEZ, L. A. R. et al. Uso das estruturas de aço no Brasil. **Cadernos de Graduação**, Maceió, v. 4, n. 2, p. 217-228, nov. 2017.

DERINGER, V. L. Modelagem e compreensão de materiais de baterias com simulações atomísticas baseadas em aprendizado de máquina. **J. Phys. Energy**, v. 2, p. 041003, 2020.

GARCIA, Jean R.; ALBUQUERQUE, Paulo J. R. (orgs.). **Patologia das construções**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2025.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2022. E-book. p. 61. ISBN 9788521637998. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521637998/>. Acesso em: 25 ago. 2025.



ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 12944:2018 – Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint systems**. Geneva, 2018.

LIU, Y.; GUO, B.; ZOU, X.; LI, Y.; SHI, S. Projeto e descoberta de materiais assistidos por aprendizado de máquina para baterias recarregáveis. **Energy Storage Materials**, v. 31, p. 434–450, 2020.

MELO, Igor Cariry Cabral de. **Estratégias para elaboração de projetos de estruturas metálicas na ótica da manutenção**. 2021. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2021. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/136839?mode=full>. Acesso em: 10 jun. 2025.

MENDES, Beatriz Cardoso et al. Estudo das manifestações patológicas em edifícios de estrutura metálica da Universidade Federal de Viçosa. **Congresso Brasileiro de Patologia das Construções**, [S.l.], p. 477-488, 2020. Associação Brasileira de Patologia das Construções. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/cbpat.2020.046>.

MOLITERNO, Antonio; BRASIL, Reyolando Manoel Lopes Rebello da Fonseca. **Elementos para projetos em perfis leves de aço**. São Paulo: Blucher, 2015. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/bfd10cf4-90c8-4969-be08-845c058f2c65/Brasil-2015-elementos.pdf>. Acesso em: 6 out. 2025.

NETO, Jary de X.; CUNHA, Alex Sander de. **Estruturas metálicas: manual prático para projetos, dimensionamento e laudos técnicos**. 2. ed. Porto Alegre: Oficina de Texto, 2025. E-book. p. 147. ISBN 978-85-7975-320-6. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/978-85-7975-320-6/>. Acesso em: 25 ago. 2025.

PANNONI, F. D.; SILVA, V. P. **Estruturas de aço para edifícios**. São Paulo: Blucher, 2010.

PANNONI, Fabio Domingos. **Projeto e durabilidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / CBCA, 2017. 116 p. (Série Manual de Construção em Aço). ISBN 978-85-89819-40-4. Disponível em: <http://www.cbca-acobrasil.org.br>. Acesso em: 15 abr. 2025.

RAHGOZAR, R. Remaining capacity assessment of corrosion damaged beams using minimum curves. **Journal of Constructional Steel Research**, [S.l.], v. 65, n. 2, p. 299–307, fev. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcsr.2008.02.004>.

SANTOS, Bruna Anacleto dos et al. Investigação de manifestações patológicas nas estruturas de aço do Parque do Povo. Construmetal 2016 – **Congresso Latino-Americano da Construção Metálica**, São Paulo, v. 7, n. 0, p. 959–974, set. 2016. Disponível em: <https://www.abcem.org.br/construmetal/2016/downloads/Anais-do-7-Construmetal2016-EBook-v2.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2025.

SILVA, A. L. C.; MEI, P. R. **Aços e ligas especiais**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

TEIXEIRA, Igor Albuquerque da Rosa et al. Manifestações patológicas e mapa de danos. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, [S.l.], v. 12, n. 38, p. 169-184, 30 set. 2024. ANAP - Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista. <http://dx.doi.org/10.17271/23178604123820245447>.

VALE, Francisco Alberto Pereira et al. A prevenção de alterações em estruturas metálicas visando a sustentabilidade / Prevention of changes in metallic structures for sustainability. **Brazilian Journal of Business**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 349–361, 9 fev. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.34140/bjbv3n1-022>.

VOGEL, U. Calibrating frames. Berlin: **Wilhel Ernst & Sohn Verlag**, p. 295–301, out. 1985.

WEI, Jing; CHU, Xuan; SUN, Xiang-Yu; XU, Kun; DENG, Hui-Xiong; CHEN, Jigen; WEI, Zhongming; LEI, Ming. Machine learning in materials science. **InfoMat**, [S.l.], v. 1, n. 3, p. 338–358, set. 2019. Wiley. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/inf2.12028>. Acesso em: 30 abr. 2025.

WEIMER, Bianca F.; THOMAS, Maurício; DRESCH, Fernanda. Patologia das estruturas. Porto Alegre: SAGAH, 2018. E-book. ISBN 9788595023970. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595023970/>. Acesso em: 16 abr. 2025.



DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** Camila Souza Carvalho; Maria Ávila Branquinho.
 - **Curadoria de Dados:** Camila Souza Carvalho; Maria Ávila Branquinho.
 - **Análise Formal:** Camila Souza Carvalho; Maria Ávila Branquinho.
 - **Aquisição de Financiamento:** Camila Souza Carvalho; Maria Ávila Branquinho.
 - **Investigação:** Camila Souza Carvalho; Maria Ávila Branquinho.
 - **Metodologia:** Camila Souza Carvalho; Maria Ávila Branquinho.
 - **Redação - Rascunho Inicial:** Camila Souza Carvalho; Maria Ávila Branquinho.
 - **Redação - Revisão Crítica:** Camila Souza Carvalho; Maria Ávila Branquinho.
 - **Revisão e Edição Final:** Camila Souza Carvalho; Maria Ávila Branquinho.
 - **Supervisão:** Maria Ávila Branquinho.
-

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, **CAMILA SOUZA CARVALHO E MARIA ÁVILA BRANQUINHO**, declaramos que o manuscrito intitulado "**Análise Numérica dos Efeitos da Corrosão Ascendente e Descendente em Pilares Metálicos de Pórticos de Galpões**":

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho. "Nenhuma instituição ou entidade financiadora esteve envolvida no desenvolvimento deste estudo".
 2. **Relações Profissionais:** Não possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados. "Nenhuma relação profissional relevante ao conteúdo deste manuscrito foi estabelecida".
 3. **Conflitos Pessoais:** Não possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito. "Nenhum conflito pessoal relacionado ao conteúdo foi identificado".
-