

# Influência da inclinação do telhado no dimensionamento e no consumo de material em treliças metálicas de galpões industriais. Engenharias (Engenharia Civil).

João Pedro Vieira Rezende; Erik Elias Dias da Silva; Walinson Roberto dos Reis; MSc. Iuri Fazolin Fraga

## Centro Universitário UNA

Engenharia Civil, Pouso Alegre e <https://www.una.br/unidades/pouso-alegre/>

### Introdução

A crescente demanda por obras como pontes e edifícios no Brasil, no final do século XIX e início do século XX, deu início ao uso de estruturas pré-fabricadas de aço importado. Foi somente em 1946, com o estabelecimento da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), que o aço nacional começou a substituir as importações. Desde então, o aço tornou-se uma escolha comum para construtores e engenheiros em estruturas, notadamente em edifícios industriais e agrícolas, devido à sua eficiência e leveza na superação de grandes vãos.

O uso do aço como material estrutural apresenta inúmeras vantagens, como redução das cargas nas fundações, aumento da área utilizável, montagem mais rápida e flexibilidade. No entanto, também possui desvantagens notáveis, incluindo custos elevados em certos casos e alto consumo de energia durante a produção, levantando preocupações ambientais e de sustentabilidade.

O setor de siderurgia, essencial para o desenvolvimento econômico, é um dos maiores consumidores de energia e emissores de CO<sub>2</sub> no mundo (SUN *et al.*, 2020). Este impacto ambiental é evidente e requer atenção crítica.

Nesse contexto, é crucial o desenvolvimento de pesquisas, como a que aqui se propõe, a fim de aprimorar o uso racional do aço em estruturas. Por exemplo, no Brasil, a inclinação do telhado em estruturas de cobertura é frequentemente alvo de suposições empíricas. No entanto, a escolha da inclinação pode afetar significativamente o dimensionamento dos perfis metálicos e o consumo de aço, impactando tanto os custos do projeto quanto o meio ambiente.

### Objetivos

Avaliar a influência da inclinação do telhado no dimensionamento de perfis metálicos e no consumo de aço de um galpão industrial

### Metodologia

Nesta pesquisa, um estudo foi desenvolvido com base em um projeto que replica as características de estruturas metálicas comuns, especificamente do tipo Howe, com um vão de 15 metros. Cada água do telhado foi dividida em 10 partes iguais, com barras do banzo inferior medindo 0,75 metros cada, e telhas de zinco trapezoidais foram adotadas.

Para analisar a estrutura e realizar o dimensionamento, utilizou-se o Método dos Elementos Finitos (MEF) através do software iTruss (FRAGA, 2020) com o modelo de pórtico, devido às semelhanças das ligações soldadas. As ações e carregamentos, baseados nas normas NBR 6120 (ABNT, 2019) e NBR 6123 (ABNT, 2023), foram categorizadas como ações permanentes (considerando o peso próprio da estrutura e das telhas) e ações variáveis (vento e sobrecarga na cobertura).

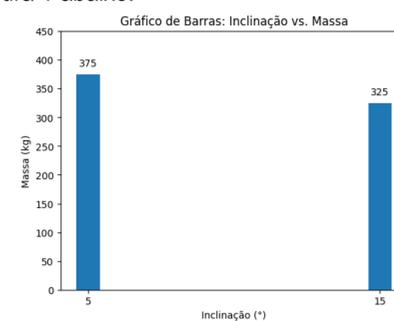
O dimensionamento dos perfis priorizou a seção transversal mínima, com o objetivo de minimizar a massa linear, considerando que o aço é vendido por quilograma. Dois cenários de inclinação do telhado foram simulados: 9% ( $\approx 5^\circ$ ) e 27% ( $\approx 15^\circ$ ).

Os perfis de aço SAE 1008 foram empregados, com resistência ao escoamento de  $f_y = 172$  MPa, resistência de ruptura de  $f_u = 310$  MPa e módulo de elasticidade  $E = 205$  GPa.

Este estudo visa avaliar como a inclinação do telhado influencia o dimensionamento dos perfis metálicos e o consumo de aço em galpões industriais, com ênfase em aspectos econômicos e ambientais.

### Resultados

Após a simulação das duas inclinações mencionadas (9% e 27%), as massas obtidas estão impressas no gráfico da Figura 1 abaixo.



Na Tabela 1 estão os valores das massas lineares dos perfis encontrados em cada posição da treliça

Inclinação	Banzo inferior	Banzo superior	Diagonais	Montantes
5°	8,76	7,75	4,53	2,32
15°	5,79	5,46	3,99	2,32

Observa-se que as barras diagonais apresentam pouca variação entre as inclinações extremas, e as montantes permanecem inalteradas, o que leva à conclusão de que os banzos são os principais responsáveis pela diferença significativa nos volumes de material requeridos.

Em todas as simulações, o fator determinante no dimensionamento foi a estabilidade em relação ao eixo y. Como o comprimento dos banzos varia pouco em cada inclinação, nota-se que os esforços de compressão são inversamente proporcionais à inclinação da treliça. Isso significa que, para garantir a estabilidade da barra, os perfis devem ser significativamente maiores em baixas inclinações.

Também é observado que, embora as barras diagonais e montantes reduzam seu comprimento em inclinações menores, elas continuam contribuindo com uma parcela reduzida dos esforços, o que resulta em um aumento significativo das forças nas barras dos banzos que se aproximam dos apoios.

### Conclusões

A pesquisa apresentada neste artigo buscou avaliar a influência da inclinação do telhado no dimensionamento dos perfis metálicos e no consumo de aço em um galpão industrial. Os resultados indicam que a escolha da inclinação do telhado desempenha um papel fundamental na quantidade de aço necessária, com inclinações menores exigindo perfis mais substanciais para garantir a estabilidade da estrutura. Os dados apresentados na pesquisa revelam que, em inclinações menores do telhado (cerca de 5°), a quantidade de aço requerida é significativamente maior em comparação com inclinações mais acentuadas (cerca de 15°). Isso ocorre porque em inclinações menores, as forças de compressão nas barras dos banzos (os membros horizontais da estrutura) aumentam consideravelmente, exigindo perfis de aço mais robustos para manter a estabilidade da estrutura. Em contraste, as barras diagonais e montantes (os membros verticais e inclinados da estrutura) mostraram variações menores nas inclinações.

### Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120. Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.

\_\_\_\_\_. NBR 6123. Forças devidas ao vento. Rio de Janeiro, 2023.

\_\_\_\_\_. NBR 8800. Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.

SUN, W.; WANG, Q.; ZHOU, Y.; WU, J. Material and energy flows of the iron and steel industry: Status quo, challenges and perspectives. Energy, v. 268, p. 114946, 2020.

