

Estudo de viabilidade de uma estrutura metálica como alternativa para construções: estudo de caso em galpão industrial feito em concreto armado pré-fabricado.

Viability study of a metallic structure as an alternative for constructions: case study in an industrial shed made of prefabricated reinforced concrete.

RESUMO

Enrique Santana dos Santos
enriquesantos@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

Fábio Rodrigo Mandello Rodrigues
fabiormr@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

Visando a comparação de custo entre estruturas de aço e concreto e a otimização de um projeto de um galpão industrial, a pesquisa em questão mostra a substituição dos pilares em concreto armado pré-fabricado para pilares metálicos de seção U e I. A pesquisa se tratou de modelar a estrutura do projeto existente, encontrar as mínimas dimensões das seções metálicas que suportariam os esforços atuantes, e o orçamento em empresas da região onde o projeto seria implantado (Pato Branco/PR).

Através dos resultados obtidos nos valores dos orçamentos, conclui-se que a estrutura de aço, seja utilizando seção I ou U, são mais econômicas, suportam melhor os esforços atuantes e oferecerem maior rapidez de entrega e montagem, quando comparadas com a estrutura original utilizando pilares de concreto armado pré-fabricado.

PALAVRAS-CHAVE: Estruturas metálicas. Estruturas de concreto. Galpão Industrial.

ABSTRACT

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



In order to compare the costs between steel and concrete structures and the optimization of a project for an industrial building, the research in question presents the replacement of prefabricated reinforced concrete columns for U and I metal columns.

A structure of a real project case was modeled, and the minimum dimensions of the metal sections that would support the active efforts were determined, at the end a budget was made in companies in the region where the project would be implemented (Pato Branco / PR).

Through the results obtained, it is concluded that the steel structure, whether using section I or U, have a lower cost, better support the acting efforts and offer faster manufacturing and assembly, when compared to the original structure using concrete pillars prefabricated armed.

KEYWORDS: Metallic structures. Concrete structures. Industrial Shed.



INTRODUÇÃO

As primeiras construções em aço datam de 1750, quando foi possível produzir industrialmente o material. Seu uso foi inicialmente utilizado em escadarias na França, e em pontes na Inglaterra, mas só por volta de 1857 foi utilizado no Brasil, na Ponte de Paraíba do Sul, localizada no Rio de Janeiro.

No Brasil, o material predominantemente utilizado para as estruturas das grandes obras é o concreto armado, mesmo possuindo um notável mercado produtor de aço. As estruturas de aço utilizadas mais comumente em construções industriais, ou como alternativa quando o uso do concreto armado se torna inviável.

Algumas vantagens no uso de estruturas de aço são facilmente notadas: a alta resistência aos estados de tensão utilizando seções menores que as de concreto; possibilidade de se realizar uma obra mais rápida e limpa por conta da facilidade de montagem; a possibilidade de reaproveitamento do material. Entretanto, algumas desvantagens também podem ser observadas, como a corrosão do material quando não são realizados métodos de proteção adequados.

Com o objetivo de evidenciar a diferença do uso de cada um desses materiais, o trabalho em questão tratou de substituir em um projeto realizado com elementos em concreto armado pré-fabricado por elementos metálicos, com duas seções diferentes, e realizar o comparativo final do custo dos materiais.

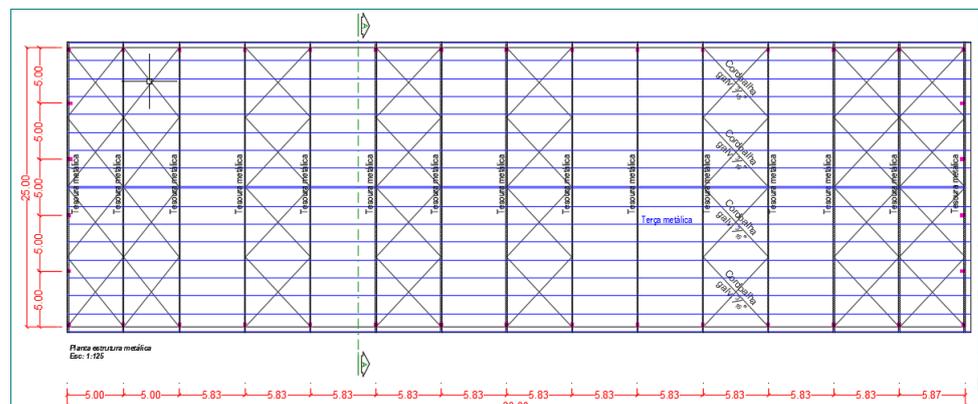
METODOLOGIA

Para o estudo foi utilizado o projeto de um galpão industrial com pilares em concreto armado pré-fabricados e tesouras metálicas. O galpão mede 25 metros de vão por 80 metros de comprimento, sem beirais, com fechamentos laterais, frente e fundo em alvenarias e telhas de aço. É composto por 38 pilares de 6,00 metros de altura cada, as tesouras possuem uma altura de 2,20 metros.

O projeto foi fornecido pela empresa especializada Pressotto Estruturas e Pré-moldados, e o local de execução é na região de Pato Branco, no sudoeste do Paraná e tem finalidade de armazenamento de materiais.

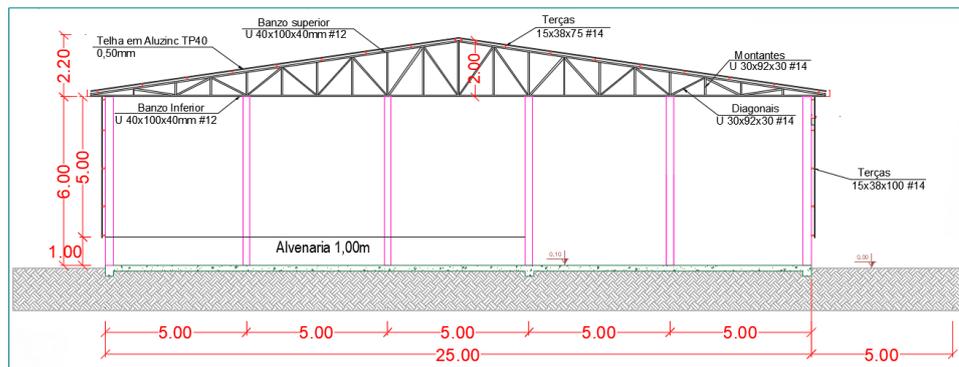
A fim de ilustrar as características do galpão, foi gerado as imagens abaixo:

Figura 1 – Planta da estrutura do galpão.



Fonte: próprio autor.

Figura 2 – Corte AA do galpão.



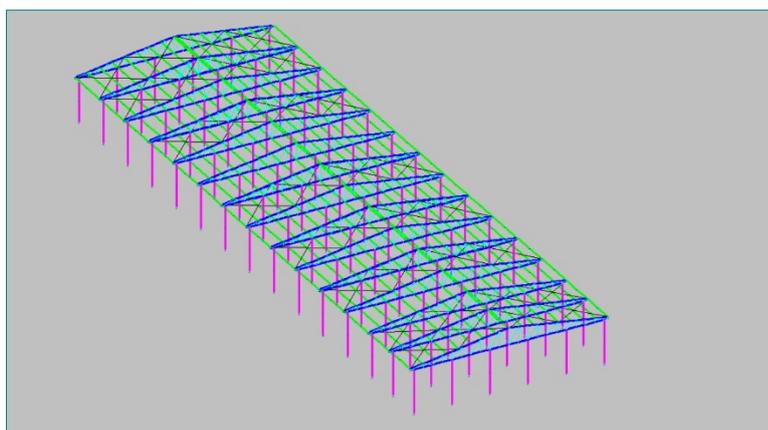
Fonte: próprio autor.

A partir do projeto inicial, feito com pilares de concreto armado, foi modelada a estrutura no software Metálicas3D para cálculo de estruturas metálicas, e substituídos então os pilares para diferentes seções de perfis metálicos.

Os perfis mais utilizados são aqueles cuja seção transversal possui as formas das letras I, H, U e Z, e recebem sua denominação conforme tal semelhança. Tais perfis podem ser fabricados por processos de laminação, formados a frio ou por soldagem. Como substituição aos pilares de concreto do galpão, foram propostos pilares com os perfis U e I.

A Figura 3 mostra o 3D da estrutura já modelada no software Metálicas3D:

Figura 3 – Exemplo de figura



Fonte: próprio autor.

Para o cálculo da estrutura foram considerados esforços de vento, carga permanente, sobrecarga. A estrutura foi dimensionada de acordo com as normas técnicas:

- ABNT NBR 7190:1997 - Projeto de estruturas de madeira.
- ABNT NBR 14762:2010 - Estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio.
- ABNT NBR 8800:2008 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas
- ABNT NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas - Procedimento.

- ABNT NBR 6120:1980 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.
- ABNT NBR 6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações.
- AISC ASD 89 - American Institute of Steel Construction.
- AISI 2007 - American Iron and Steel Institute.

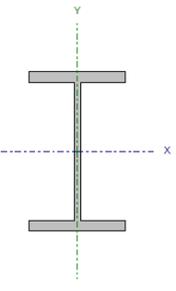
Através do cálculo dos coeficientes de flambagem, o software determina automaticamente, em função dos nós da estrutura, os valores mais apropriados, sendo permitido também mudanças manuais posteriores.

Com a estrutura já dimensionada, foi possível partir para o orçamento dos materiais e realizar a comparação com a estrutura original. Para o orçamento foi realizado o contato com empresas da região.

RESULTADOS

Através da modelagem inicial do projeto e a substituição do material dos pilares, foi obtido através do programa Metálicas3D as dimensões mínimas das seções (Figura 4 e 5), para cada um dos perfis.

Figura 4 – Dimensões utilizadas para o perfil I.

Perfil: I 127 Material: Aço (A-36 250Mpa)						
	Cotas do tramo (m)		Altura livre (m)	Características mecânicas		
	Ext.Inferior	Ext.Superior		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)
	0.00	3.00	3.000	18.39	499.73	48.05
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme						
	Flambagem		Flambagem lateral			
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _k	3.000	3.000	0.000	0.000		
C _b	-		1.000			
Notação: β : Coeficiente de flambagem L _k : Comprimento de flambagem (m) C _b : Fator de modificação para o momento crítico						

Fonte: próprio autor.

Figura 5 – Dimensões utilizadas para o perfil U.

Perfil: U 203.2 x 7.7 Material: Aço (A-36 250Mpa)								
	Cotas do tramo (m)		Altura livre (m)	Características mecânicas				
	Ext.Inferior	Ext.Superior		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	X _c ⁽³⁾ (mm)
	0.00	3.00	3.000	25.93	1490.00	62.40	6.20	-14.41
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade								
	Flambagem		Flambagem lateral					
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
β	1.00	1.00	0.00	0.00				
L _k	3.000	3.000	0.000	0.000				
C _b	-		1.000					
Notação: β : Coeficiente de flambagem L _k : Comprimento de flambagem (m) C _b : Fator de modificação para o momento crítico								

Fonte: próprio autor.

A Tabela 1 mostra a relação entre os esforços atuantes e resistentes, que faz parte das verificações da Norma para dimensionamento das estruturas metálicas. Tais relações mostram que tais dimensões podem ser utilizadas como substituição ao concreto de forma segura.

Tabela 1 – Relações entre os esforços solicitantes e resistentes nas verificações da Norma NBR 8800/2008

Verificações da Norma	Perfil U	Perfil I
Índice de esbeltez (≤ 200)	193.4	185.6
Resistência à compressão (≤ 1)	0.204	0.261
Resistência à flexão eixo X (≤ 1)	0.204	0.284
Resistência ao esforço cortante Y (≤ 1)	0.011	0.017
Combinação esforço axial e flexão (≤ 1)	0.302	0.507

Fonte: próprio autor.

CONCLUSÃO

A modelagem e dimensionamento da estrutura teve como objetivo garantir que fossem usados perfis com dimensões que garantissem sua estabilidade, evitando assim orçamentos com perfis superdimensionados ou peças dimensionadas nos seus limites de ruptura. Dessa forma, os orçamentos apresentados possuem definições precisas de fabricação, sem tendência aos padrões das empresas, e servem de parâmetros suficientes para comparação.

Para os pilares em concreto, foi solicitado orçamento para pilar pré-fabricado em concreto armado autoadensável, maciço, concreto Fck 30MPa, cimento ARI, seção até 25x40cm, comprimento até 6,00m, podendo ser incluso ou não chapa metálica com ancoragem em barra mecânica laminada redonda no topo para fixação da estrutura metálica da cobertura. Não foi considerado valores para execução da fundação, transporte e mão de obra de montagem da estrutura.

Para os pilares metálicos foi solicitado o orçamento de 38 pilares com o perfil I 127 5" e o perfil U 8" (203,2x7.7), que foram dimensionados anteriormente.

Não foi realizada nenhuma alteração nas tesouras do projeto original, o que por consequência permanece seu valor fixo para a execução com pilares metálicos, logo não foi solicitada orçamento para elas.

A partir dos valores apresentados pelas empresas apresenta-se: Para a execução de pilares em concreto armado pré-fabricados o valor do orçamento foi de R\$ 33.520,00 (Trinta e três mil, quinhentos e 20 reais), considerando apenas o valor de fabricação dos pilares. Para a concepção da estrutura com pilares de seção I, o valor apresentado foi de R\$ 21.891,00 (Vinte e um mil, oitocentos e noventa e um reais). Para a concepção da estrutura com pilares de seção U, o valor apresentado foi de R\$ 24.031,52 (Vinte e quatro mil, trinta e um reais e cinquenta e dois centavos).

Substituir os pilares de concreto armado por pilares com seção I resultaria na economia de 34,70% no valor de fabricação do elemento estrutural. Utilizar a

seção U resultaria na economia de 28,33% em comparação com a estrutura original. É importante enfatizar também, que foram considerados apenas os valores do material, em seus preços unitários.

REFERÊNCIAS

TRAHAIR, N. S.; BRADFORD, M. A; NETHERCOT, D. A; GARDNER, L. **The Behaviour and Design of Steel Structures to EC3**. 4. ed. USA and Canada: Taylor & Francis, 2008.

PFEIL, W; PFEIL M. **Estruturas de aço: Dimensionamento Prático de Acordo com a NBR 8800:2008**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

BELLEI, I. H. **Edifícios Industriais em aço: Projeto e Cálculo**. 2. ed. revisada. São Paulo: Pini, 1998.