

Uni- ANHANGUERA - CENTRO
UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURAS METÁLICAS X
CONCRETO PRÉ MOLDADO EM GALPÕES

Matheus Felipe Meira Martins
Victor Teixeira Paiva Brasil

GOIÂNIA
Novembro/2019

Matheus Felipe Meira Martins

Victor Teixeira Paiva Brasil

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURAS METÁLICAS X
CONCRETO PRÉ MOLDADO EM GALPÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário de
Goiás – Uni-ANHANGUERA, sob
orientação do Professora Mestre Paula V.
Q. Andrade, como requisito parcial para
obtenção do bacharelado em Engenharia
Civil.

GOIÂNIA
Novembro/2019
FOLHA DE APROVAÇÃO

Matheus Felipe Meira Martins

Victor Teixeira Paiva Brasil

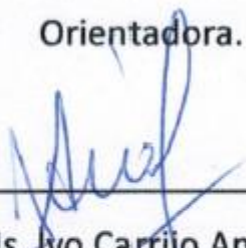
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTRUTURAS METÁLICAS X CONCRETO PRÉ MOLDADO EM GALPÕES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, defendido e aprovado em 19 de novembro de 2019 pela banca examinadora constituída por:



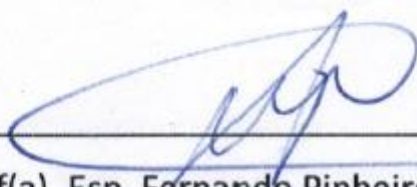
Prof(a). Ms. Paula Viana Queiroz Andrade

Orientadora.



Prof(a). Ms. Ivo Carrijo Andrade Neto

Membro



Prof(a). Esp. Fernando Pinheiro Camilo

Membro

RESUMO

A construção civil é um mercado dinâmico o qual nos dias atuais busca soluções eficientes, econômicas e duráveis, tal dinamismo tem impacto inicial na etapa de orçamento da obra, onde deve-se buscar menores preços e melhor metodologia construtiva para o empreendimento. O objetivo deste trabalho é realizar um estudo comparativo da viabilidade técnica e econômica de um galpão em estrutura pré-moldada de concreto e um galpão em estrutura metálica, mostrando os pontos positivos e negativos de cada um.

Para quantitativos dos materiais, mão de obra e prazo de execução, utilizou-se o projeto de um galpão já em execução em Goiânia. O galpão é composto por pilares e laje em pré-moldados de concreto e cobertura metálica. Assim a partir do projeto existente realizamos o dimensionamento dos pilares em aço. Custos de materiais, mão de obra e prazo de execução foram levantados com base em informações de empresas que atuam no mercado de Goiás.

Para o galpão estudado afim de se obter o retorno do investimento o mais rápido possível e como temos custos de execução em pré-moldado de concreto e estruturas metálicas parecidos. Seria preferível a adoção de estruturas metálicas, pois tem um tempo de execução menor.

Palavras chaves: Custos; Mão de obra; Concreto Pré-moldado; Estrutura Metálica; Galpão.

INTRODUÇÃO

A moldagem de estruturas *in loco* é a mais utilizada no Brasil, entretanto nos últimos anos com a necessidade de métodos construtivos rápidos e eficientes, como a utilização de estruturas pré-fabricadas. Como exemplo de sistemas pré-fabricados temos estruturas metálicas e pré-moldadas de concreto, que tem ganhado bastante espaço no mercado da construção civil no Brasil, principalmente para edificação de galpões industriais (BRENTANO, 2010).

Cardoso (2014) afirma que o sistema estrutural deve ser escolhido não só em função dos custos para execução mas também levar em conta os benefícios de cada sistema, fatores como peso próprio da estrutura, sustentabilidade, tempo de execução e interesses do cliente devem ser levados em conta para poder se comparar qual sistema estrutural é mais eficiente.



Figura 1. Estrutura galpão industrial localizado em Goiânia.

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

A escolha do tipo de sistema estrutural não é simples, e depende da análise do engenheiro, de forma a realizar a opção mais viável.

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo que busca comparar o custo econômico, tempo de execução, consumo de aço, peso próprio entre pilares e vigas em galpões. Adotando soluções que são constituídas por seções em aço e concreto pré-moldado. Utilizou-se como base o projeto de um galpão e as normas técnicas brasileiras NBR:8800:2016 - PROJETO DE ESTRUTURAS DE AÇO E DE ESTRUTURAS MISTAS DE AÇO E CONCRETO DE EDIFÍCIOS e a NBR: 9062:2001 - PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto do galpão dimensionado com pilares e lajes pré-moldadas de concreto e cobertura metálica foi fornecido por uma empresa que preferiu não se identificar. Figura 02.

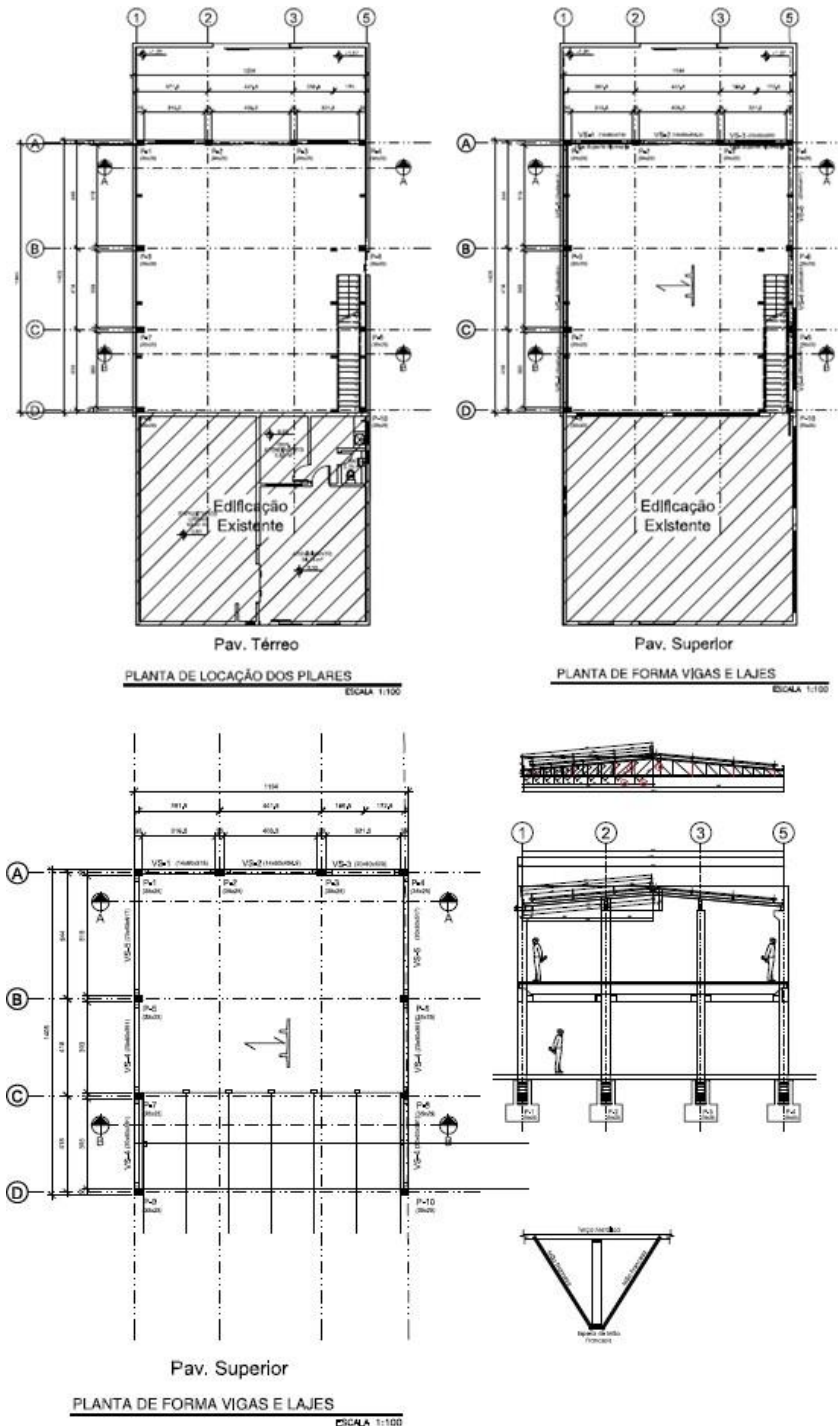


Figura 2. Projeto do galpão em estudo.

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Então as informações sobre a estrutura pré-fabricada já era conhecida, foi realizado apenas o orçamento dela, em cima do projeto fornecido.

Já para a estrutura metálica, foi preciso dimensionar, a partir do projeto básico e das cargas fornecidas pelo projeto do pré-moldado, os perfis que deveriam ser utilizados no projeto de estrutura metálica, e depois de dimensionado, foi feito o orçamento das peças para a comparação de custo das duas estruturas.

O cálculo dos pilares e vigas da estrutura foi realizado com o auxílio do software FTOOL, VISUAL VENTOS, VISUAL METAL e planilhas do CBCA e na norma ABNT NBR 8800:2008. Utilizou-se primeiramente o software VISUAL VENTOS, para que se fosse encontrado as cargas devido a ação do vento.

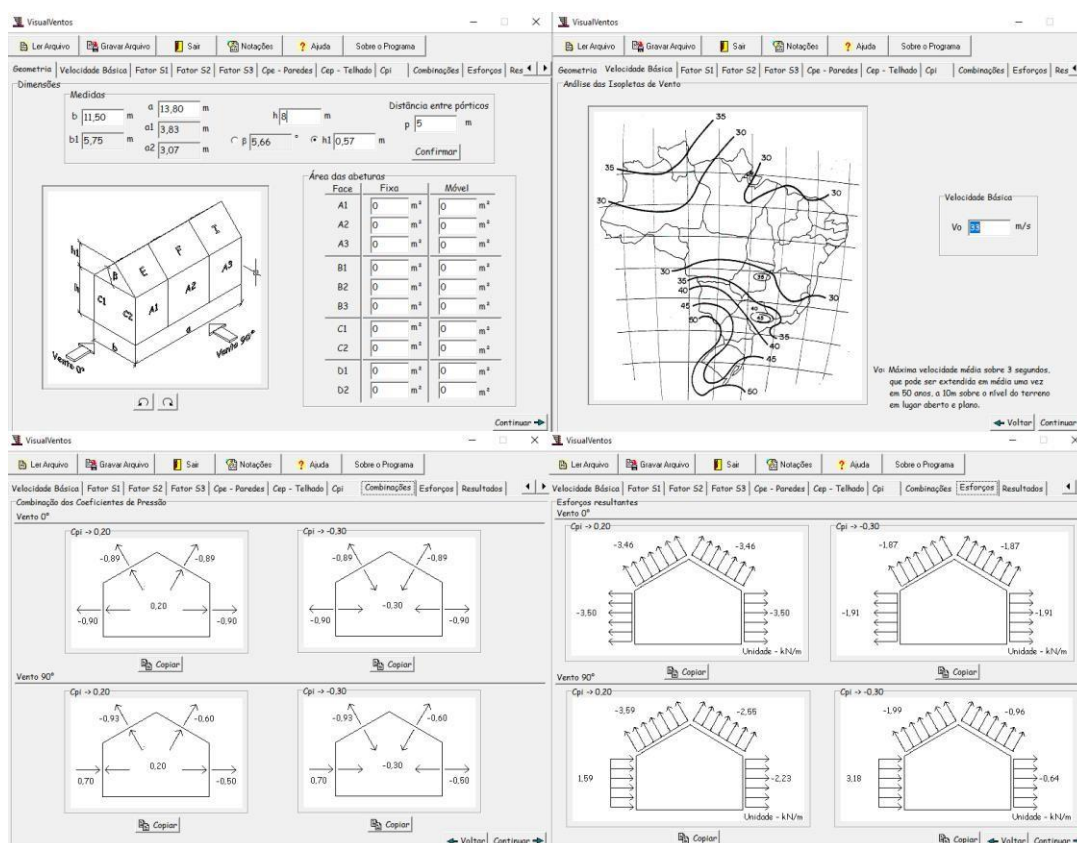


Figura 3. Cargas encontradas no programa Visual Ventos.
Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Após calcular as cargas devido à ação do vento, o próximo passo foi fazer o dimensionamento do galpão, calculando as cargas devido ao peso próprio da estrutura (cobertura), cargas permanentes (telha) e sobrecarga. Para o peso próprio foi adotado uma carga para as mistelâneas de 8,0 kgf/m² e 3,58 kgf/m², totalizando uma carga de 11,58 kgf/m², o peso da telha foi obtido através do catálogo do fabricante, de 5,70 kgf/m² e, por fim, foi utilizado uma sobrecarga de 25 kgf/m², segundo a ABNT NBR 8800:2008. Assim montamos a seguinte tabela para calcular a carga total na treliça (Tabela 1). Os coeficientes de segurança (CS), foram adotados a partir da tabela de ponderações de estado limite da ABNT NBR 8681:2008.

Tabela 1. Carga Total Trelça.

SOLICITANTE	CARGA (kN/m ²)	CS	TOTAL (kN/m ²)
PESO PROPRIO	0,1158	1,25	0,14475
PESO TELHA	0,057	1,35	0,07695
SOBRECARGA	0,25	1,5	0,375
CARGA TOTAL (kN/m ²)			0,5967
CARGA TRELIÇA			
CARGA TOTAL	DEP (m)	DET (m)	
0,5967	5	1,8	
TOTAL (kN/m ²)			5,3703

DEP – Distância entre pilares

DET – Distância entre terças

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Assim prosseguimos com as análises para o FTOOL, onde realizamos o lançamento do pórtico e das cargas que atuam nele, para isso, foram realizadas 5 análises no programa, para encontrar as situações, o qual, se teria maior esforço de tração, maior esforço de compressão, maior esforço cortante e maior momento fletor, como mostrado nas Figuras 4 e 5.

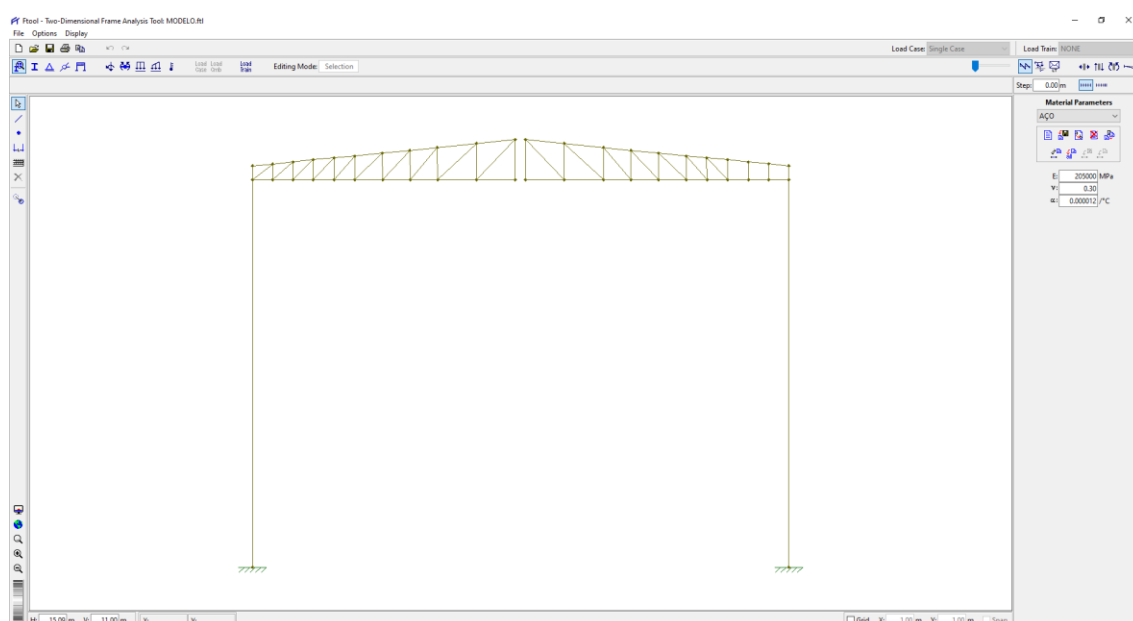


Figura 4. Lançamento da Estrutura no Programa Ftool.

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Para a primeira situação foi analisado a carga devido ao peso próprio da estrutura, desconsiderando a ação do vento.

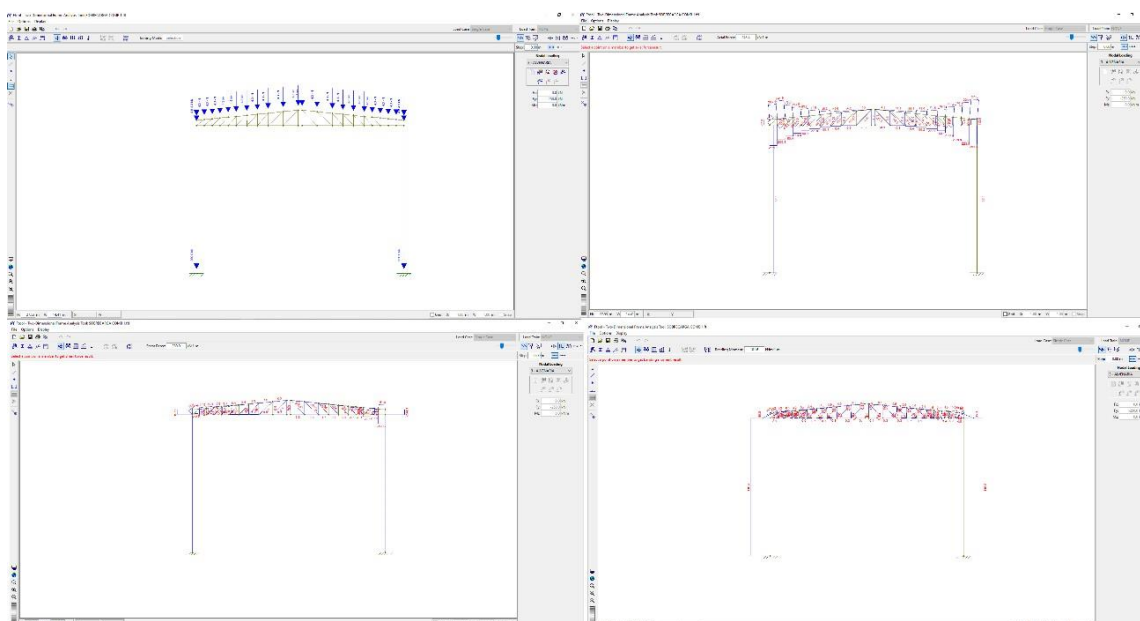
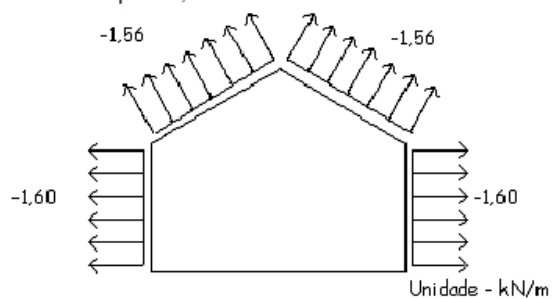


Figura 5. Análise do Carregamento sem Vento.

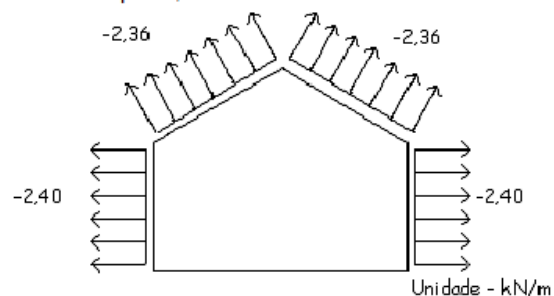
Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Prosseguimos as análises para as situações de carregamento devido à ação do vento, as cargas calculadas no programa Visual Ventos foram lançadas no programa Ftool. Na Figura 6, observa-se as quatro situações diferentes do vento e na Figura 7, os diagramas.

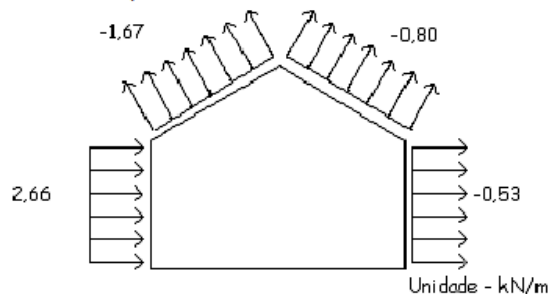
Vento 0° - Cpi = -0,30



Vento 0° - Cpi = 0,00



Vento 90° - Cpi = -0,30



Vento 90° - Cpi = 0,00

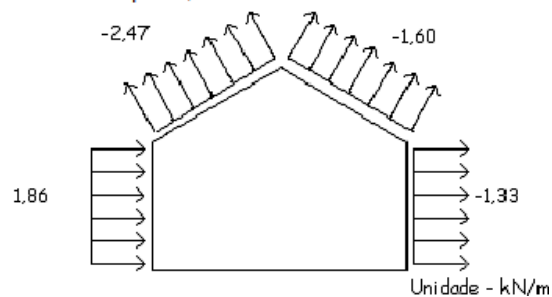


Figura 6. Cargas devido à ação do vento.

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

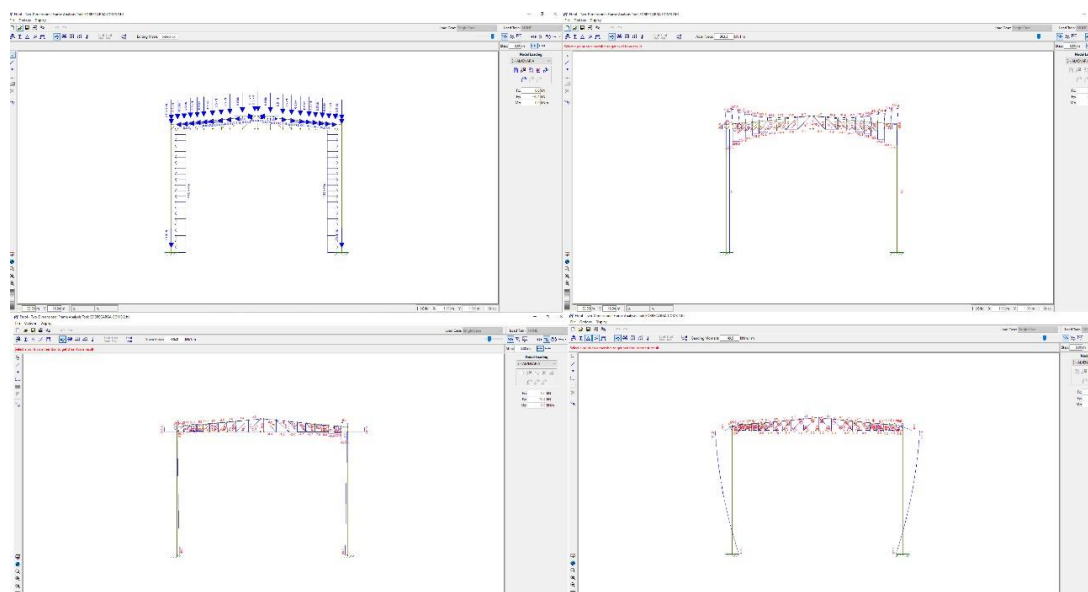


Figura 7. Análise do Carregamento com Vento.

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Após as análises devido as cargas de vento e peso próprio da estrutura, foi elaborado uma tabela para auxílio no lançamento no VisualMetal, calculando assim a seção do perfil metálico a ser utilizado no galpão.

Tabela 2. Dimensionamento dos Pilares Laterais.

DIMENSIONAMENTO DOS PILARES LATERAIS	
ESFORÇOS SOLICITANTES	
Esforço Normal (kN)	75,1
Esforço Cortante (kN)	48,7
Momento Fletor (kN.m)	171,13

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

M | Laminado

Identificação
Perfil **W 410 x 60**

Dimensões

d	407 mm	Ag	76,2 cm ²	Wx	1066,7 cm ³
tw	7,7 mm	P	60 kgf/m	Wy	135,4 cm ³
bf	178 mm	Ix	21707 cm ⁴	Zx	1201,5 cm ³
tf	12,8 mm	Iy	1205 cm ⁴	Zy	209,2 cm ³
		IT	33,78 cm ⁴		

Compr. Flambagem

Lfix 400 cm
Lfly 400 cm
Lb 400 cm

Solicitações

Nd -75,1 kN
Vd -48,7 kN
Mdx 17113 kN.cm
Mdy 0,00 kN.cm

Resultados

Rd(Nd) -813,74 kN **Ok!**
Rd(Vd) -387,82 kN **Ok!**
Rd(Mdx) 21657,70 kN.cm **Ok!**
Rd(Mdy) 0,00 kN.cm
Rd(Md+Nd) 0,89 <= 1 **Ok!**

Calcular **Mais Leve** **Relatório** **Ok**

Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: vigas)

Figura 8. Dimensionamento dos Pilares.
Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Com a seção dos pilares calculada realizou-se o cálculo das vigas, foram lançados os dados da laje e carregamentos na planilha de vigas metálicas do CBCA (Anexo 1), onde podemos encontrar os esforços solicitantes e dimensionar o perfil com o auxílio do VisualMetal.

M | Laminado

Identificação
Perfil **W 360 x 79**

Dimensões

d	354 mm	Ag	101,2 cm ²	Wx	1283,2 cm ³
tw	9,4 mm	P	79 kgf/m	Wy	235,7 cm ³
bf	205 mm	Ix	22713 cm ⁴	Zx	1437 cm ³
tf	16,8 mm	Iy	2416 cm ⁴	Zy	361,9 cm ³
		IT	82,41 cm ⁴		

Compr. Flambagem

Lfix 1400 cm
Lfly 1400 cm
Lb 1400 cm

Solicitações

Nd 0,00 kN
Vd 31,84 kN
Mdx 11142 kN.cm
Mdy 0,00 kN.cm

Resultados

Rd(Nd) 0,00 kN
Rd(Vd) 411,79 kN **Ok!**
Rd(Mdx) 12071,20 kN.cm **Ok!**
Rd(Mdy) 0,00 kN.cm
Rd(Md+Nd) 0,00 <= 1

Calcular **Mais Leve** **Relatório** **Ok**

Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: vigas)

Figura 9. Dimensionamento das Vigas.
Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Com os pilares e vigas dimensionados entramos na etapa de orçamento, onde foi realizado um levantamento com o intuito de comparar os custos de materiais, mão de obra e tempo de execução entre os dois tipos de estrutura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizado o dimensionamento do galpão em estrutura metálica, foi elaborado uma lista de materiais com as seções dos perfis, comprimento total e peso total e foi acrescentado um valor de 10% do peso total para estimar o peso de elementos de ligação (chapas e parafusos).

Tabela 3. Lista de materiais para galpão estruturado em aço

Posição	Seção	Comprimento Total (m)	Peso (kg)
Banzos	U 150X50#3.00	75,00	420,37
Montantes	U 144X50#2.00	87,00	322,35
Terças	UE 127X50X17#2.00	156,00	619,65
Pórtico de Oitão	UE 127X50X17#2.00	13,50	107,25
Mão Francesa	U 50X50#2.00	18,00	40,13
Barra Rígida	U40X40#2.00	48,00	84,40
Contraventamento de Cobertura	FR 12.7	32,00	31,68
Vigas	W 360 X 79	36,38	2873,63
Pilares	W 410 X 60	88,00	5280,00
Chapas e Parafusos			977,95
PESO TOTAL			10757,40

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

A partir disso, foi passado aos fornecedores desse tipo de estrutura de Goiânia a lista de materiais, para se obter o custo dos materiais e também o custo da mão de obra para realizar a execução do galpão estruturado em estrutura metálica. O aço foi cotado em barras de 6 ou 12 metros, podendo variar devido ao fornecedor. Para tal estrutura, também foi quantificado a galvanização e pintura das peças.

Tabela 4. Custos de Materiais Galpão em Estrutura Metálica

Posição	Seção	Comprimento Total (m)	Tamanho da Barra (m)	Preço Unitário	Valor Total
Banzos	U 150X50#3.00	75,00	6,00	R\$ 154,30	R\$ 1.928,75
Montantes	U 144X50#2.00	87,00	6,00	R\$ 70,39	R\$ 1.020,66
Terças	UE 127X50X17#2.00	156,00	6,00	R\$ 128,37	R\$ 3.337,62
Pórtico de Oitão	2UE 127X50X17#2.00	13,50	6,00	R\$ 128,37	R\$ 577,67
Mão Francesa	U 50X50#2.00	18,00	6,00	R\$ 70,39	R\$ 211,17
Barra Rígida	U 40X40#2.00	48,00	6,00	R\$ 60,17	R\$ 481,36
Contraventamento de Cobertura	FR 12.7	32,00	6,00	R\$ 26,49	R\$ 141,28
Vigas	W 360 X 79	36,38	12,00	R\$ 7.489,20	R\$ 22.701,64
Pilares	W 410 X 60	88,00	12,00	R\$ 5.724,00	R\$ 41.976,00
Valor Total				R\$ 72.376,14	

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Tabela 5. Custos de Mão de Obra

Serviço	Qtd.	Unid.	Preço Unitário	Valor Total
Galvanização	10.757,40	kg	R\$ 2,58	R\$ 27.754,08
Pintura	10.757,40	kg	R\$ 0,82	R\$ 8.821,07
Montagem	10.757,40	kg	R\$ 3,26	R\$ 35.069,11
Valor Total				R\$ 71.644,26

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Tabela 6. Custos Final

Custos dos Materiais	R\$ 71.644,26
Custos de Mão de Obra	R\$ 72.376,14
Valor Total	R\$ 144.020,40

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Para a estrutura de pré-moldado de concreto o orçamento foi realizado por uma empresa especializada que atua em Goiânia tendo como base projeto básico fornecido.

Tabela 7. Custos Execução de Galpão Pré-Moldado

Serviço	Unid.	Quant.	Preço Total
Materiais para galpão utilizando estrutura pré-moldada	vb	1	R\$ 54.640,00
Montagem de galpão utilizando estrutura pré-moldada	vb	1	R\$ 81.960,00
Valor Total			R\$ 136.600,00

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Conforme orçamentos obtidos para o galpão estudado, a solução em aço ou em pré-moldado de concreto tem custos parecidos, porém a solução mais econômica tendo em vista os custos de materiais e mão de obra é a pré-moldada de concreto, porém percebe-se que essa diferença é apenas de 5%, sendo talvez não tão relevante. Conforme resultados mostrados na Figura 10.

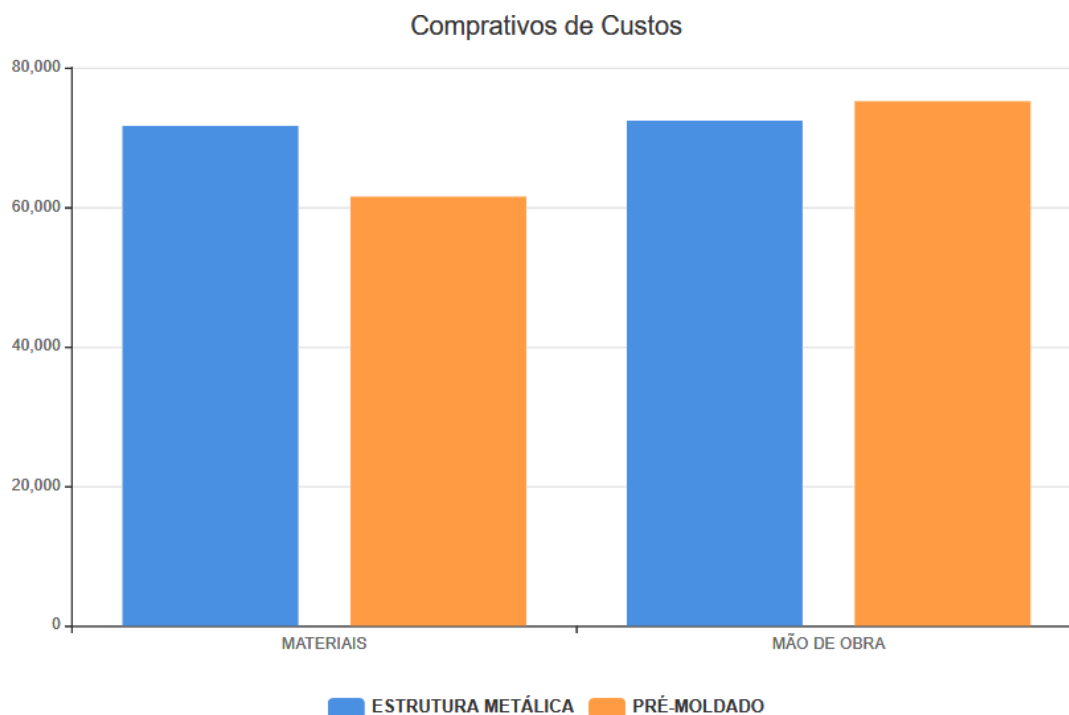


Figura 10. Comparativo de custos entre os sistemas construtivos (Material e Mão de Obra).

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Em relação aos custos dos materiais observamos que a estrutura metálica tem um custo mais elevado que o concreto, isso se deve porque nem sempre temos a disponibilidade dos perfis desejados a pronta entrega, assim sendo necessário realizar pedidos de compra de São Paulo, o que acaba aumentando os custos devido ao transporte. Bellei (1998) cita que o elevado custo do aço no mercado e os cuidados na fabricação de seus elementos estruturais, realizando tratamento a corrosão e ao fogo, fatores aos quais são dispensáveis em estruturas pré-moldadas de concreto justificam a preferência por utilizar este sistema estrutural.

Quanto aos custos devido a mão de obra, a estrutura pré-moldada apresentou um custo um pouco maior, devido a necessidade de uma equipe especializada para sua execução, a mão de obra é mais escassa do que a mão de obra de montagem da estrutura metálica. Soares (1998) afirma que os elementos pré-fabricados em concreto e o sistema estrutural de um pórtico com

telhado em duas águas para galpões no Brasil, apresenta ótima funcionalidade e alta competitividade econômica.

Além do fator econômico deve-se ser analisado também o tempo de execução para cada sistema estrutural, através de informações das empresas que trabalham com a execução destes sistemas estruturais, que nos passaram a previsão do tempo de execução desse projeto para os dois tipos de estruturas, é possível comparar os prazos de execução, conforme apresentado na Figura 11.

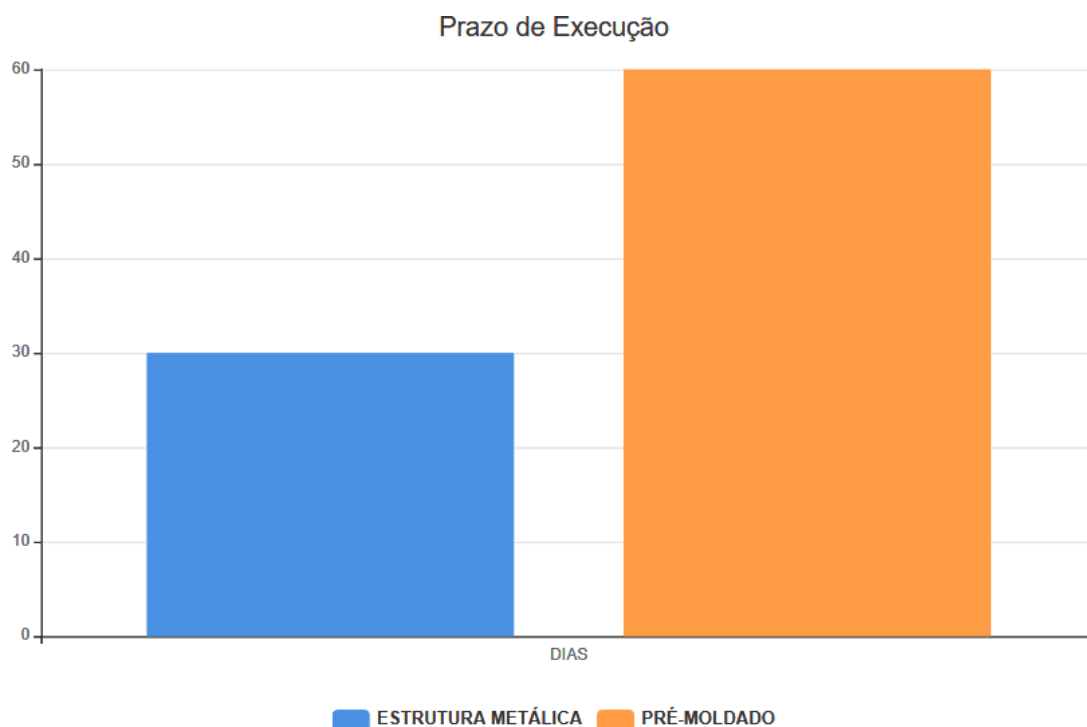


Figura 11. Comparativo de prazo de execução dos sistemas construtivos (Estrutura Metálica e Pré-Moldada).

Fonte: Victor Teixeira Paiva Brasil

Dias (2000) afirma que as estruturas metálicas apresentam maior eficiência construtiva, tendo menor desperdício e maior agilidade na sua execução. Através da Figura 11 pode-se perceber que a construção em estrutura metálica é duas vezes mais rápida do que a construção em concreto pré-moldado, tal fator se deve principalmente as estruturas pré-moldadas só poderem ser montadas após o tempo de cura do concreto.

Logo, no quesito tempo de obra, a estrutura metálica se apresentou mais vantajosa do que a estrutura pré-moldada, apesar de na questão de custo de material e mão de obra ela ter sido considerada menos vantajosa.

CONCLUSÕES

Nesse trabalho foi estudada a comparação de custos e prazo de um galpão, utilizando dois tipos de estrutura, metálica e pré-moldada de concreto. Ao analisar os custos, de material e mão de obra, percebe-se que a estrutura pré-moldada de concreto se torna mais vantajosa que a estrutura metálica, porém ao analisarmos o prazo de execução, essa vantagem não se repete aonde a estrutura metálica se tornou duas vezes mais vantajosa que a estrutura pré-moldada.

É importante ressaltar que a escolha do sistema construtivo deve ser feita não levando em consideração apenas os custos, mas também os critérios e características mais relevantes para o cliente. Conforme pesquisa realizada foi visto que a estrutura metálica quando há necessidade de ampliação ou alteração se torna uma solução mais viável devido que o aço possuir características como fácil mobilidade, aonde é capaz de vencer grandes vãos, e por ser mais leve não causa tanto impacto nas fundações. Além disso, para alguns tipos de fins comerciais, a demora na execução afeta diretamente no custo, que inicialmente se tornou maior, mas como a obra em estrutura metálica tem o prazo menor de execução, o cliente pode abrir seu estabelecimento antes e ter o retorno financeiro mais rápido.

Este trabalho teve como objetivo auxiliar na escolha do sistema construtivo, não só apresentando custos de cada tipo de estrutura, mas mostrando também aspectos qualitativos. Na estrutura estudada, se tratando de uma edificação para uso comercial, percebe-se que a comparação entre o tempo de execução, que infere diretamente no retorno do cliente, e a possibilidade de alterações futuras no projeto, como uma ampliação, indica-se que a adoção de estruturas metálicas pode ser mais vantajosa do que a utilização de estrutura pré-moldada de concreto.

ANEXO A – DIMENSIONAMENTO DE VIGA METÁLICA

 		VIGA METÁLICA BIAPOIADA	
Projeto: PRJ1 Responsável: JB Data: 16/06/2010			
1. Verificações Estado Limite Último OK			
Coeficientes de Segurança: Carga Permanente (γ_g): 1,4 Carga Variável (γ_q): 1,4 Combinação de Ações: $F_d = \gamma_g \times F_{g,d} + \gamma_q \times F_{q,d}$ (reações de vigas consideradas permanentes) Esforços de Cálculo: $x = 0$ $x = 14$ Cortante Esq. (kN): $-31,84$ Cortante Dir. (kN): $31,84$ Mom. Fletor (kNm): $0,00$ Mom. Máximo (kNm): $111,42$ em $x = 7$ Cortante Máximo (kN): $31,84$			
1.1. Flambagem Lateral por Torção (FLT) (desconsidere FLT se houver contenção lateral) OK			
Comprimento destravado: 3,00 Momento Solicitante: 111,4 kNm Momento Resistente: 380,7 kNm			
		λ $63,0$ λ_p $42,1$ λ_r $133,8$	M_r $285,7$ kNm $1,5 M_{el}$ $556,6$ kNm M_{cr} $917,9$ kNm
1.2. Flambagem Local da Mesa (FLM) OK			
Momento Solicitante: 111,4 kNm Momento Resistente: 416,5 kNm		λ $6,3$ λ_p $9,08$ λ_r $22,6$	Mesa compacta M_{cr} $3715,3$ kNm M_r $285,7$ kNm
1.3. Flambagem Local da Alma (FLA) OK			
Momento Solicitante: 111,4 kNm Momento Resistente: 416,5 kNm		λ $33,5$ λ_p $89,9$ λ_r $137,7$	Alma compacta
1.4. Cisalhamento OK			
Cortante Solicitante: 31,84 kN Cortante Resistente: 634,8 kN			
2. Verificações Estados Limites de Serviço NÃO OK			
2.1. Estado Limite de Deformação Excessiva OK			
Flecha Cargas Permanentes (cm): $2,48$ Flecha devido a 60% da sobrecarga (cm): $0,91$ Flecha Máxima (cm): 3,39 Limite (L/350): 4,00 cm			
2.2. Estado Limite de Vibração Excessiva NÃO OK			
Largura efetiva de Laje: 3,5 m C.G. da seção mista: $22,4$ cm Altura de laje (estimado): 1 cm Inércia da seção mista: 28680 cm ⁴ Massa: 190,07 kg/m Frequência Natural: 3,7 $f = \Pi(EI/(mL^4))^{1/2}$ Limite (Anexo L NBR8800): 4 limites:			
4 Hz, residências e escritórios 6 Hz, lugares com atividades rítmicas 8 Hz, lugares com atividades rítmicas muito repetitivas			

REFERÊNCIAS

AMORIM, L. **Construção civil vive crise sem precedentes no Brasil**. Revista EXAME.COM. (2015). Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/acrise-e-a-crise-da-construcao/>>. Acesso em: 24 de março de 2019.

BARROSO, Paulo André Brasil. **Aplicação de Estruturas Metálicas em Edifícios de Múltiplos Andares**. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/decc/ECC8058/Downloads/_de_Estruturas_Metalicas_em_Edificios_de_Multiplos_Andares.pdf>. Acesso em: 24 de março de 2019.

BRAZ, J.C.R. **Análise comparativa de custos entre edifícios residenciais de quatro pavimentos utilizando alvenaria estrutural e estrutura mista de concreto e aço**. Disponível em: <<https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/5977/TCC%20Corrigido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 24 de março de 2019.

BELLEI, I. H. **Edifícios industriais. Projeto e cálculo em aço**. São Paulo: PINI, 1998.

BRENTANO, L.I. **Estudo comparativo de custos para uma estrutura em concreto pré-moldado e moldado in loco**. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/20457/1/2017_AliceAmorimTeles_tcc.pdf>. Acesso em 24 de março de 2019.

CARDOSO, S.O. **Estudo comparativo entre estrutura metálica e estrutura pré-moldada**. Disponível em: <<https://revista.uniplac.net/ojs/index.php/engcivil/article/view/1409>>. Acesso em 14 de abril de 2019.

CHAVES, M.R. **Avaliação do desempenho de soluções estruturais para galpões industriais leves**. 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6037/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Avalia%C3%A7%C3%A3oDesempenhoSolu%C3%A7%C3%B5es%20.pdf>. Acesso em 14 de abril de 2019.

COSIPA, (Companhia Siderúrgica Paulista, 2013). **VANTAGENS DO USO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Disponível <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/06/analise-comparativa-de-galpoes-em-aco-e-concreto-para-fabricado.pdf>>. Acesso em 13 de abril de 2019.

DIAS, L. A. M. **Estruturas de aço: Conceitos, Técnicas e Linguagem**. 1. Ed. São Paulo: Zigurate, 2008.

EL DEBS, MOUNIR KHALIL. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos: EESC-USP, 2000. Disponível em: <http://www.set.eesc.usp.br/cadernos/nova_versao/pdf/cee53.pdf>. Acesso em 14 de abril de 2019.

MELO, C.E.E. **Manual de projetos em concreto pré-fabricado**. São Paulo: PINI, 2004.

MORAES, Paulo Thiago Araújo; LIMA, Maryangela Geimbra. **Levantamento e análise de processos construtivos industrializados sob a ótica da sustentabilidade e desempenho**. Disponível em: <<http://www.bibl.ita.br/xvencita/CIVIL04.pdf>>. Acesso em 28 de abril de 2019.

NARDIN, S. de.; SOUZA, A. S. C.; PERREIRA, M. F.; SERAFIM, J.A. Construção Metal 2012. CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA, 2012, São Paulo. **Análise comparativa de soluções de pilares para galpões: pilares de aço, pré-moldados e mistos de aço e concreto**. 2012, São Paulo, 2012, p.2-20. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/267856642.pdf>>. Acesso em 24 de abril de 2019.

PERDRIX, M. D. C. **Manual para Diagnóstico de Obras Deterioradas por Corrosão de Armaduras**. São Paulo: PINI, 2002.

SEBRAE. **Cenários e projeções estratégicas: O setor da Construção Civil 2016 a 2018**. 7-30, 2016. Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Estudos%20e%20Pesquisas/CES%20maio%202014.pdf>>. Acesso em 21 de abril de 2019.

SOARES, A. M. M. **Análise Estrutural de Pórticos Planos de Elementos Pré-fabricados de Concreto considerando a deformabilidade das ligações**. 1998. Disponível em <http://www.set.eesc.usp.br/cadernos/nova_versao/pdf/cee17_29.pdf> Acesso em 21 de abril de 2019.