

08 a 11 de Outubro de 2018
Instituto Federal Fluminense
Búzios - RJ

ANÁLISE DE PÓRTICO ESPACIAL SUJEITO A AÇÃO DO VENTO COM USO DE MODELAGEM COMPUTACIONAL

Matheus Pereira da Silva¹ – matheuslv2012@gmail.com

Mayk Oris Guerreiro¹ – mog.eng@uea.edu.br

Stefanny Di Samuel da Costa¹ – Stefannycostaa@hotmail.com

Esterfeny Guedes Pires¹ – esterfeny@gmail.com

¹ Engenheiro Civil – Manaus, AM, Brazil

Resumo. A ação do vento nas edificações sempre trouxe certa dificuldade aos acadêmicos e profissionais iniciantes na área de estruturas, uma vez que a metodologia analítica de cálculo preposta pela NBR 6123:2001 é extensa. O avanço na modelagem computacional de estruturas permite atualmente, com o auxílio de softwares comerciais, simular situações diversas e considerar de forma precisa a ação do vento, otimizando a economicidade e segurança do projeto. Para este trabalho, optou-se por modelar um pórtico espacial metálico, com perfis W 30X90, com vãos de 5 metros e pé-direito de 3 metros, com 10 pavimentos, as ações do vento foram definidas para a cidade de Manaus, sendo adotado o modelo de força de arrasto. Foram modeladas edificações com apoio fixo e em 2º gênero, sujeitas às mesmas ações do vento. Pode-se aferir que para as condições supracitadas, o apoio fixo mostrou-se mais eficiente, com valor de deslocamento horizontal ligeiramente superior e momento positivo máximo consideravelmente inferior aos obtidos com a estrutura em 2º gênero.

Palavras-Chave: Pórtico Espacial, Modelagem Computacional, Deslocamentos.

1. INTRODUÇÃO

O efeito do vento nas edificações tem sido alvo de diversos estudos no que se refere a uma análise mais precisa dos esforços decorrentes de sua aplicação, conforme Fornel (2016), há uma prescrição normativa para métodos analíticos que muitas vezes são de difícil aplicação e inserção em um modelo definido de cálculo.

O avanço na capacidade de modelagem computacional nos anos recentes torna este processo uma atividade bastante mais simplória atualmente, com capacidade de processar cálculos mais velozes em modelos tridimensionais mais precisos.

Neste contexto, Moncayo (2011) afirma que a ação do vento é, geralmente, a principal carga horizontal a ser considerada no dimensionamento de edifícios, e que sua adequada concepção pode levar a um projeto mais econômico.

Naturalmente, um dimensionamento eficiente leva a uma maior segurança, como afirma Chamberlain (2013) o vento não é um problema em construções baixas e pesadas com paredes grossas, porém em estruturas esbeltas passa a ser uma das ações mais importantes a determinar no projeto de estruturas. As considerações para determinação das forças devidas ao vento são regidas e calculadas de acordo com a NBR 6123/1988 “Forças devidas ao vento em edificações”.

A maioria dos acidentes ocorre em construções leves, principalmente de grandes vãos livres, tais como hangares, pavilhões de feiras e de exposições, pavilhões industriais, coberturas de estádios, ginásios cobertos. Ensaios em túneis de vento mostram que o máximo de sucção média aparece em coberturas com inclinação entre 80 e 120°, para certas proporções da construção, exatamente as inclinações de uso corrente na arquitetura em um grande número de construções.

A aplicação de modelagem computacional deste fenômeno, com o uso de modelos matemáticos como o método dos elementos finitos, permite uma abordagem sistemática e múltiplos testes com modelos diferentes de estruturas para se projetar uma estrutura com uma capacidade resistiva e economicidade adequadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A estrutura adotada para modelagem trata-se de um pórtico espacial, com vãos entre pilares de 5 metros e 3 metros entre cada nível. O perfil adotado para as colunas e vigas foi o perfil em aço W 30 X 90. A estrutura foi modelada computacionalmente no software SAP 2000, conforme a figura 1:

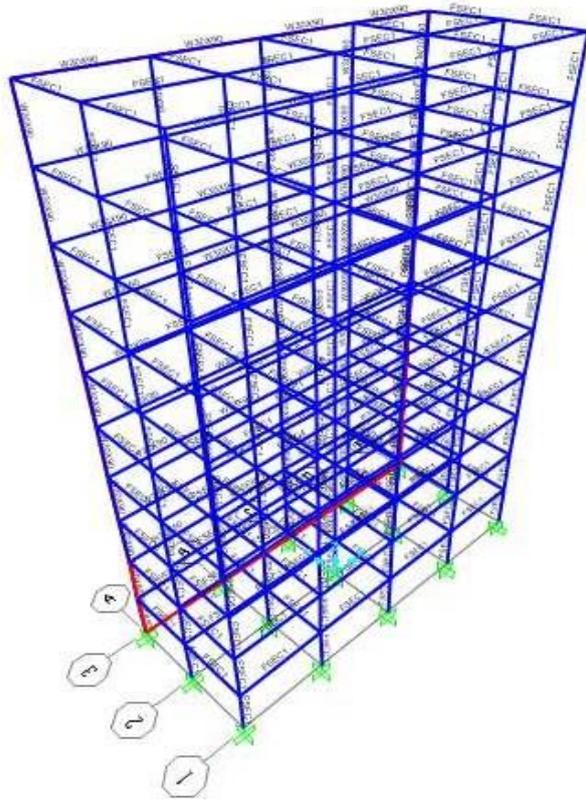


Figura 1- Modelo da Edificação.

2.1 Definição dos Carregamentos

Para a definição dos carregamentos referentes à força de arrasto do vento para a cidade de Manaus, com velocidade básica de 33 metros por segundo conforme mapa de isopletras preposto pela NBR 6123 – Ação do Vento nas Edificações.

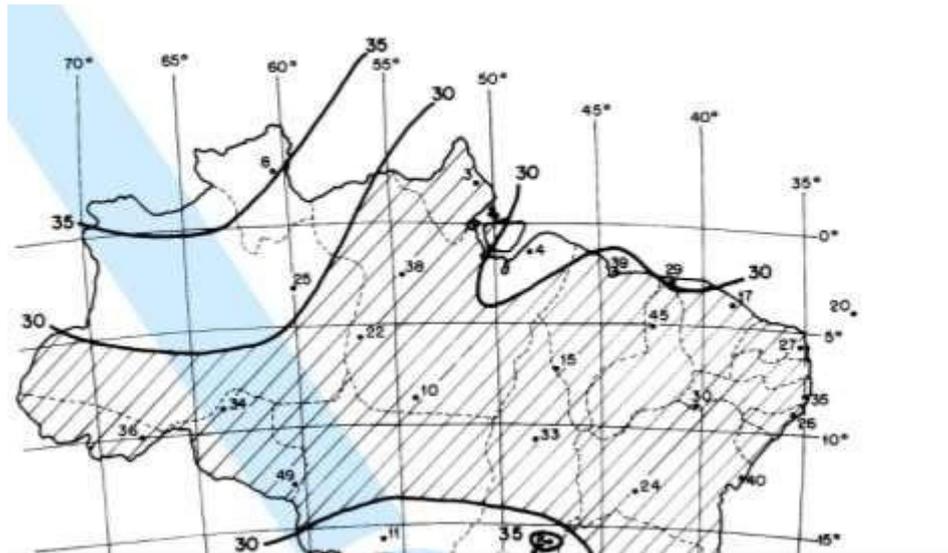


Figura 2 - Mapa de Isopletas (NBR 6123).

Inicialmente são obtidas as forças de arrasto em Kn/m^2 nas direções longitudinal e transversal das edificações, utilizando a fórmula da força do arrasto (1), prescrita pela ABNT NBR 6123:1988.

$$F_a = C_a \cdot q \cdot A_e \quad (1)$$

Onde: F_a - força externa à edificação agindo na superfície plana de área A_e , C_a - coeficiente de arrasto; q - carga dinâmica de vento e A_e - área da projeção ortogonal da edificação sobre um plano perpendicular à direção do vento, inicialmente com valor unitário. O parâmetro q , dado em Kn , é função da velocidade característica, a qual depende da velocidade básica (V_0) e dos fatores S_1 , S_2 e S_3 ($V_k = V_0.S_1.S_2.S_3$).

Na cidade de Manaus, a ABNT NBR 6123:1988 prescreve o valor de 33 m/s para a velocidade básica. As características do local da edificação, de topografia do terreno e geometria do edifício, e o tipo de construção conduzem aos seguintes valores, nas duas direções: $S_1 = 1,0$; $S_2 = 0,956$ e $S_3 = 1,0$.

As forças de arrasto por m^2 nas direções longitudinal (horizontal) e transversal, ficam, assim, definidas conforme a aplicação da equação da força de arrasto, que atuará em Kn/m^2 , sendo calculada na ordem de grandeza de $0,845 \text{ Kn/m}^2$, atuando na face de maior dimensão da edificação. Na figura abaixo, a face rosada indica o sentido da ação do vento na edificação.

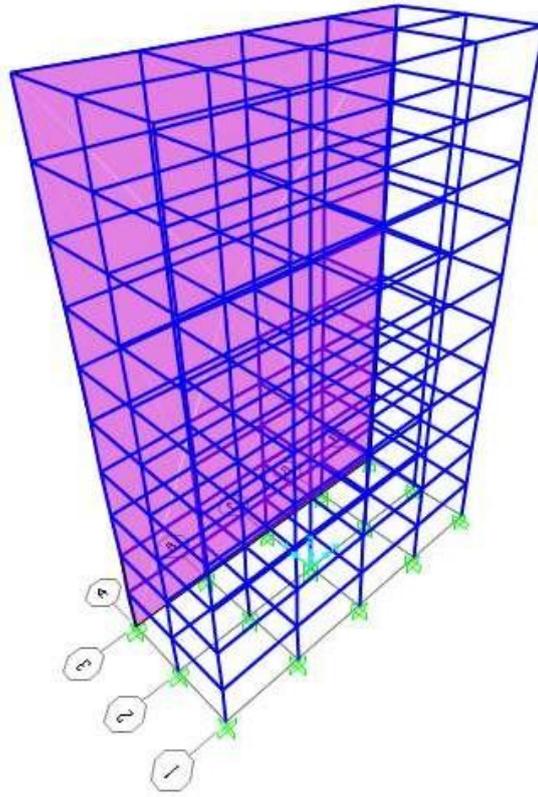


Figura 3- Face de Ação da Força de Arrasto.

2.2 Modelagem Computacional da Edificação

Inicialmente, no SAP 2000, há a opção de se trabalhar com inserção automática de pórticos espaciais, conquanto se insiram corretamente os dados referentes às dimensões básicas da edificação.

Neste software, há a possibilidade de se realizar análises lineares e não-lineares, uma vez a estrutura modelada, e avaliar com mais facilidade os momentos e esforços cortantes nela atuantes.

Para efeito de pesquisa, a estrutura descrita na Figura 2 será modelada variando-se seu apoio, sendo realizada uma análise considerando seu apoio engastado no solo, e outra que considera o apoio de segundo gênero.

Esta questão é válida, pois há uma variação na ação do vento, uma vez que os apoios engastados resistem aos momentos aplicados, naturalmente, tornando uma estrutura real mais cara, enquanto há uma tendência de que os deslocamentos observados pela estrutura com apoio de 2º gênero sejam maiores, causando maior estresse à edificação.

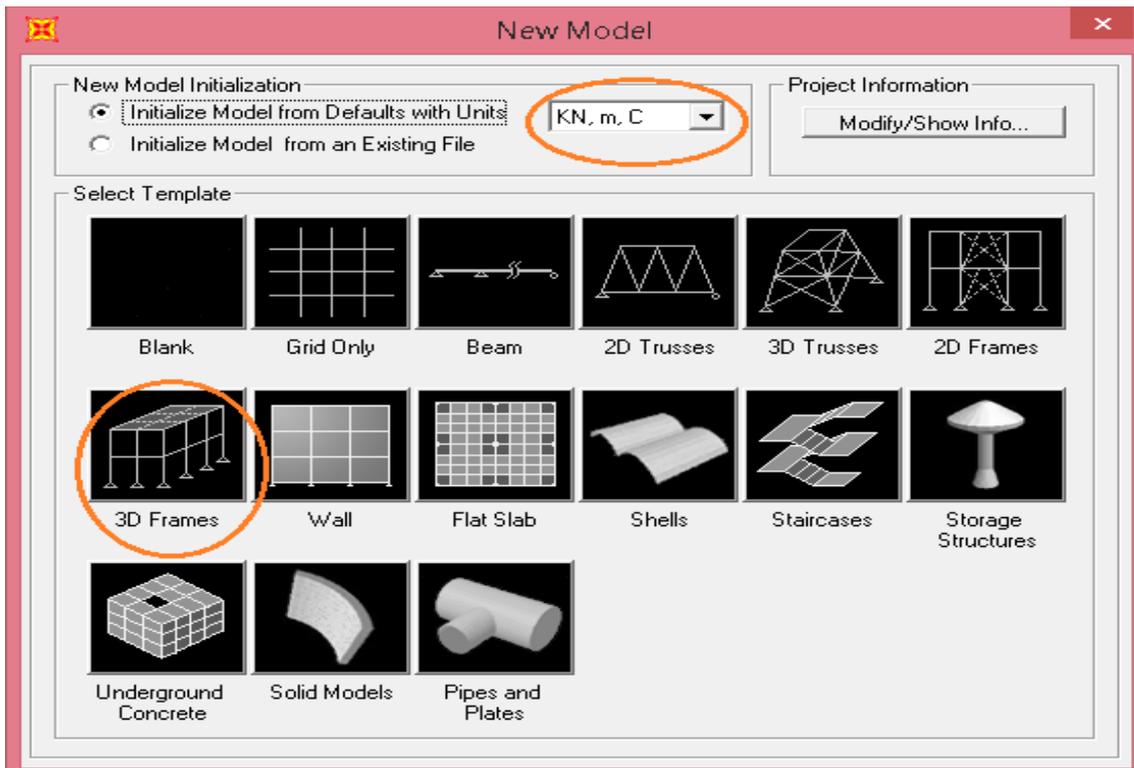


Figura 4- Interface do Software: Definição do Modelo Estrutural.

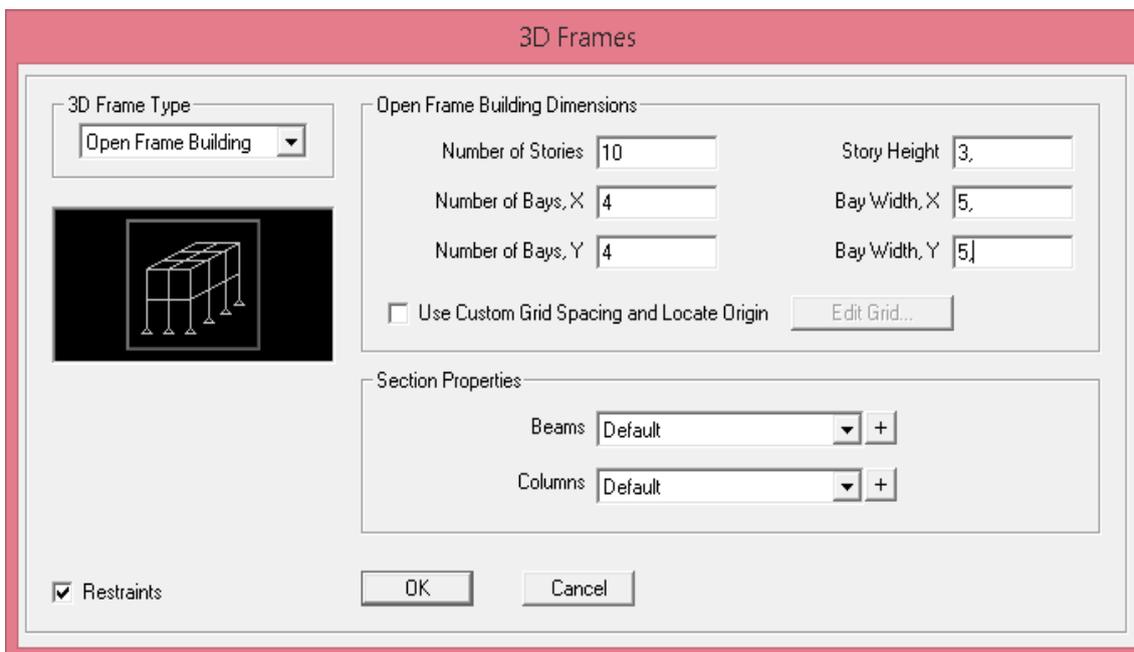


Figura 5- Interface do Software: Definição das Características Geométricas.

A inserção das cargas referentes ao arrasto do vento na edificação são realizadas através da sequência de comandos: **ASSIGN > AREA LOADS > SURFACE PRESSURE**, nos levando a uma tela de inserção da força de arrasto previamente calculada.

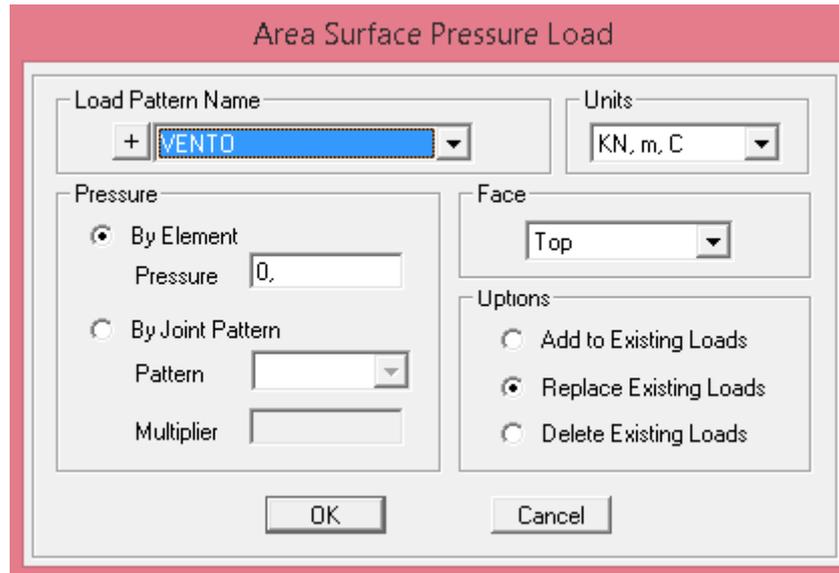


Figura 6- Interface do Software: Inserção das Forças de Arrasto Provenientes do Vento.

Uma vez inserido este carregamento, pode-se observar o plano de ação do vento na estrutura, conforme observável na imagem abaixo, uma vez inserida as cargas, pode-se através do comando RUN ANALYSIS, obter os deslocamentos horizontais considerando a estrutura modelada com apoios fixos e de 2º gênero.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico elaborado a partir dos deslocamentos horizontais da estrutura modelada demonstram as variações de rigidez da estrutura, sendo que a estrutura com apoio de 2º gênero apresentou deslocamentos de topo ligeiramente superiores.

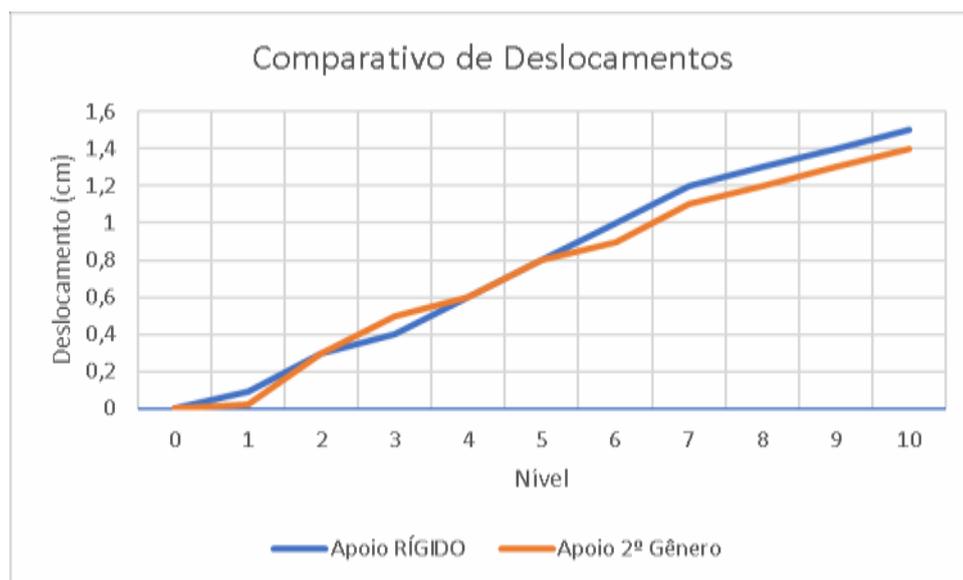


Figura 7- Deslocamentos do Pórtico Espacial.

As estrutura com apoios fixos e de 2º gênero apresentaram um momento positivo máximo em suas vigas de 15,10 Kn.m e um momento negativo em suas vigas de -19,6 Kn.m. Diferenciando-se quanto aos valores aferidos na base da edificação.

O pórtico com apoios engastados apresentou próximo ao apoio momento positivo de 43,70 Kn.m e negativo de -50,21 Kn.m. O Modelo com apoios de 2º gênero apresentou próximo ao apoio momento positivo de 72,86 Kn.m e momento negativo de -72,86 Kn.m.

4. CONCLUSÕES

A ação do vento, tida como complexa de ser analisada analiticamente, permite uma ampla gama de estudos práticos quando utilizada em conjunto à modelagem computacional. A maior velocidade na definição de um modelo de influência do vento, de cálculo e da estrutura, permite que se testem diversas variáveis no projeto, levando a um projeto mais seguro e econômico.

Em relação à análise da estrutura, pôde-se aferir que para a edificação utilizada na análise, as diferenças foram sutis, no entanto, deve ser levado em consideração, o fato que a estrutura com apoio fixo apresentou um valor de momentos nos apoios bastante distintos. Todavia, a estrutura com modelo de apoios do segundo gênero acarretou em um momento máximo superior, necessitando então de um perfil metálico mais espesso em um eventual dimensionamento.

Na prática, isso permite concluir que o uso de modelagens possibilita verificar de forma pontual diversas estruturas sujeitas às mesmas condições e pautando-se em resultados numéricos, possibilitando definir qual a melhor forma de iniciar o projeto executivo da estrutura.

Para a análise da força de arrasto do vento, optou-se por um modelo estrutural em pórtico espacial, tendo sido modeladas estruturas com diferentes apoios, avaliando-se os resultados de deslocamento e momento, aferindo que para o modelo adotado, a estrutura com ligações fixas apresentou-se mais viável, uma vez que apresenta deslocamentos de topo similares e momentos inferiores na sua ligação com o apoio.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123: Forças devido ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.
- BAIÃO FILHO, O. T. B.; SILVA, A. C. V. Ligações para estruturas de aço: guia prático para estruturas com perfis laminados. 6.ed., 2014. 313 p.
- HIGAKI, B. E. Contribuição à análise estrutural de edifícios de aço com ênfase nas ligações semirígidas. 2014. 278p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- KARTAL, M. E., BASAGA, H. B.; BAYRAKTAR, A.; MUVAFIK, M. Effects of semi rigid connection on structural responses. *electronic journal of structural engineering*. 2010.
- MAGGI, Y. I. Análise numérica, via M.E.F., do comportamento de ligações parafusadas viga-coluna com chapa de topo. 2000. 235p. Dissertação (Mestrado em Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- MENON, N.V. . Análise de estruturas tubulares de edifícios altos sob carga lateral. São Carlos. 237p. Dissertação (mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1984.

ANALYSIS OF SPACIAL FRAMES TO WIND ACTION WITH COMPUTATIONAL MODELING

Abstract. *The wind action in the buildings has always brought some difficulty to the academics and beginning professionals in the area of structure, since the analytical methodology of calculation proposed by NBR 6123: 2001 is extensive. The advance in the computational modeling of structures allows, with the aid of commercial software, to model diverse structures and to accurately consider the wind action, optimizing the economical and safety of the project. For this work, it was chosen to model a structure in metallic space gantry, with profiles W 30X90, with spans of 5 meters and right foot of 3 meters, with 10 floors, the wind actions were defined for the city of Manaus, being adopted the model of drag force. Buildings were modeled with fixed support and in 2nd genus, subject to the same actions of the wind. It can be verified that for the aforementioned conditions, the fixed support was more efficient, with horizontal displacement value and maximum positive moment inferior to those obtained with the structure in 2nd genus*

Key-Words: *Spacial Frames, Computational Modelling, Displacements.*