

Análise dos esforços do vento em uma estrutura de madeira

Ada Lorena de Lemos Bandeira ¹; Cláudio Dornelis de Freitas Cardoso ²; Gabriel Rêgo Bentes ¹; Júlio Fernandes Ramos Azevedo ¹; Leandro Freire Figana ¹; Nadir Pires Martins ²

¹Centro Universitário da Amazônia; ²Universidade Luterana do Brasil

Resumo: A estrutura de madeira *Manilkara spp.* popularmente conhecida como Maçaranduba, o seu uso é bem corriqueiro, e no presente estudo a estrutura em análise será de uma garagem. O dimensionamento da estrutura de madeira foi realizada através do programa Jwood e a partir dos resultados de dimensionamento estrutural, o presente trabalho denota objetivo de determinar a análise dos ventos atuantes na estrutura com o uso do software visual ventos e com auxílio do software Ftool analisar os efeitos das ações na peça. Com base na NBR 6123/88, determinou-se a velocidade básica do vento através do mapa de isopletas, fatores topográficos, rugosidade do terreno e as forças de arrasto na estrutura. De acordo com os resultados obtidos nos softwares, verificou-se que os dados foram satisfatórios.

Palavras-chave: Maçaranduba, Visual ventos, Ftool.

Analysis of Wind Efforts in a Timber Structure

Abstract: A wooden structure *Manilkara spp.* popularly known as Maçaranduba, its use is quite common, and there is no study on the structure of a garage. The wood structure sizing was performed through the Jwood program from the structural sizing, the present work was made through an analysis of the winds acting on the structure using the visual winds software and with the aid of the Ftool software analyzed the effects of the actions on the part. Based on NBR 6123/88, determination of basic wind speed through island map, topographic factors, terrain roughness and as drag forces on the structure. According to the results obtained in the software, it was found that the data were satisfactory.

Keywords: Maçaranduba, Visual winds, Ftool.

1. INTRODUÇÃO

A *Manilkara spp.* conhecida popularmente por maçaranduba é uma árvore dicotiledônea folhosa, classificada pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, como uma madeira dura e pesada, com características ideais de uso na construção civil para fins

estruturais (linhas, empena, tesouras). Diante disso, analisou-se uma estrutura que possui a trama e pilares de madeira coberta por telhas cerâmicas, na cidade de Santarém-PA.

O vento pode ser definido como a movimentação de massas de ar na atmosfera, se deve, principalmente, às correntes de convecção, no qual o principal fator é a variação de pressão, ΔP . O vento é uma força natural que pode provocar danos às estruturas de edificações. Com isso, a determinação da força devida do vento é regida e calculada pela norma brasileira NBR 6123/88 - Forças devida ao vento em edificações.

A Pressão é muito relevante, pois ela determina o direcionamento dos esforços na estrutura, para isso se utiliza equações que estão presentes no item 4.2.1 da NBR 6123/88. Dessa forma, quando os coeficientes de pressão externa ou interna, assumem valores positivos eles correspondem a sobrepessões, e quando assumem valores negativos correspondem a sucções. Um valor positivo para ΔP indica uma pressão efetiva com o sentido de uma sobrepessão externa, e um valor negativo para ΔP indica uma pressão efetiva com o sentido de uma sucção externa.

A força do vento sobre uma estrutura parcialmente executada depende do método e da sequência da construção. É razoável admitir que a máxima velocidade característica do vento (V_k) não ocorrerá durante um curto espaço de tempo. Com intuito de determinar a velocidade básica do vento, utiliza-se o mapa de Isopletas presente na NBR 6123/88.

Para se determinar o vento característico é necessário multiplicar a velocidade básica com outros fatores, o fator topográfico (S_1), Rugosidade do terreno (S_2) e o fator estatístico (S_3), e com o vento característico determina-se a pressão dinâmica ou de obstrução (q), presentes no item 4.2 da NBR 6123/88, que é utilizada para determinar os coeficientes de pressão.

O objetivo do trabalho é verificar a estabilidade da estrutura quando solicitada os esforços resultantes do vento a 0° e a 90° .

2. MATERIAL E MÉTODOS

Com base no projeto arquitetônico e dimensionamento da estrutura já executado através do software jwood e análise da mesma sem adição dos esforços de vento, utilizou-se a norma brasileira ABNT NBR 6123/88 para analisar a velocidade básica do vento na região através do mapa de isopletas e as características do terreno em que a estrutura a ser estudado se encontra.

Posteriormente, os dados coletados foram inseridos no software visual ventos para determinar as forças atuantes na estrutura e a partir dos resultados obtidos no programa, desenvolveu-se a análise de estabilidade e deformação da edificação.

3. RESULTADOS

Os dados Referente às características da edificação executada com a madeira de espécie *Manilkara spp.* São apresentados na Tabela 01 e demonstrados na Figura 01.

Tabela 01. Características geométricas da edificação.

Variáveis	Unidade	Resultado
b	m	3,45
A	m	5,87
H	m	2,58
h1	m	0,46
Distância entre Pórticos p	m	2,43
Área de aberturas fixas		
C1	m ²	4,45
C2	m ²	4,45
D1	m ²	0
D2	m ²	4,45

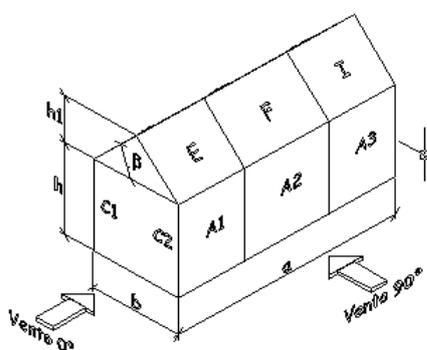


Figura 01. Mapeamento de geometria da edificação.

A determinação da velocidade básica do vento, os fatores topográficos, de rugosidade e estatístico da edificação são apresentados na Tabela 02.

Tabela 02. Determinação das forças estáticas devido ao vento.

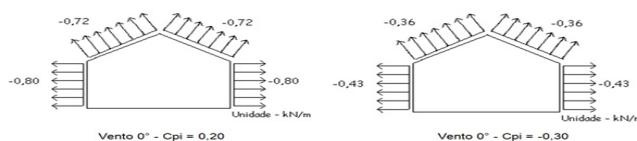
Variáveis	Unidade	Resultado
Velocidade básica	m/s	30
Fator Topográfico S1		1,00
Fator de Rugosidade S2		0,83
Fator Estatístico S3		0,88
Velocidade Característica	m/s	22,03

A determinação da pressão dinâmica do vento e os coeficientes de pressão interna da edificação são apresentados na Tabela 03.

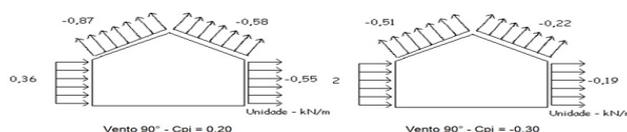
Tabela 03. Determinação da pressão dinâmica e coeficientes de pressão interna.

Variáveis	Unidade	Resultado
Pressão Dinâmica	KN/m ²	0,30
Coeficiente de pressão interno C1		0,20
Coeficiente de pressão interno C2		-0,30

Os esforços resultantes com base nos coeficientes de pressão interno, segundo NBR 6123/88 são analisados 0° e 90°, e apresentados nas Figuras 02 e 03.


Figura 02. Esforços resultantes do $c_{pi} = 0,20$ e $c_{pi} = -0,30$ a 0°.

Com base no item 6.1.6 da NBR 6123/88 os coeficientes de pressão para paredes internas permeáveis, a pressão pode ser considerada uniforme, e então desenvolver cargas lineares de sucção ou sobrepressões na estrutura.


Figura 03. Esforços resultantes do $c_{pi} = 0,20$ e $c_{pi} = -0,30$ a 90°.

A avaliação do pórtico da estrutura é realizada com o auxílio do software ftool, que possibilita analisar as deformações sem contribuição da ação do vento na edificação, tendo em vista apenas ação de cargas permanentes e peso próprio da estrutura, como apresentados nas Figuras 04.

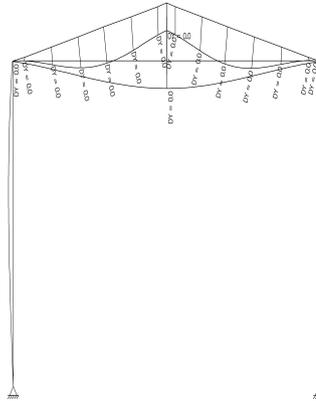


Figura 04. Deformada em y sem ação do vento.

Na Figura 05 se apresenta a deformada da estrutura com a influência da carga de vento a 0° (zero graus) sendo adotado o $c_{pi} = 0,20$ e, a 90° (noventa graus) sendo adotado o $c_{pi} = 0,20$.

Figura 05. Deformada em y e x com ação do vento com $c_{pi} = 0,20$ a 0° e 90° .

4. DISCUSSÕES

As ações do vento na edificação foram caracterizadas a partir da NBR 6123/88 em que se determina através do mapa de isopleias na figura 1 da presente norma a velocidade básica para o vento na região norte na cidade de Santarém a 30m/s. A estrutura está desenvolvida em uma região de terreno plano e fracamente acidentada sem variações de relevo caracteriza o fator topográfico com base no item 5.2 de $S_1 = 1,00$. A rugosidade do terreno é descrita com poucos quebra-ventos de árvores, edificações baixas de cota média igual a 3m atende a classe de edificação com base no item 5.3 a maior dimensão menor ou igual a 20m, e o fator S_2 de 0,83.

O fator estatístico S_3 considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação, e com base na tabela 3, caracteriza-se no grupo vedações de S_3 igual a 0,88. Para

a determinação da velocidade característica do vento é realizado o produto das velocidades básicas, com os fatores S1, S2 e S3, de resultado 22,03m/s na estrutura. Diante da caracterização da estrutura quanto a influência do vento e local de estudo, é possível se determinar a pressão dinâmica com base no item 4.2(c). Com base no coeficiente de pressão interna no item 6.2.5(a) adotaram-se para a estrutura, duas faces opostas permeáveis, as outras faces impermeáveis, considerando a ação do vento de forma perpendicular a uma face permeável e perpendicular a uma face impermeável.

Diante das análises in loco e determinações matemáticas, os esforços resultantes na estrutura não determinaram anomalias nas deformadas em x e y da estrutura, quando solicitados às verificações do vento a 0° e 90°, e caracteriza-se como estrutura estável e propícia a utilização.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos pelos softwares determinou-se os esforços resultantes na estrutura e analisou-se a estabilidade do pórtico como satisfatória, quando solicitados a zero e noventa graus como determina a NBR 6123/88.

6. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6123/88: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro; 1988.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 7190/12: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro; 2012.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Informações sobre madeira: Maçaranduba. São Paulo: 2019. Disponível em: http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/4.htm.