

Abordagem Sobre a Reação da Estrutura de um Galpão Industrial em Relação às Ações do Vento no Bairro Distrito Industrial I na Cidade de Manaus

MARLY MORAES RUKAT

Estudante Bacharel em Engenharia Civil

Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

GHISLAINE RAPOSO BACELAR

Engenheira Civil

Laureate International Universities/UNINORTE (Brazil)

Abstract:

The present work describes the stability analysis of industrial sheds submitted to the actions of the winds. For the present work, the equivalent static analysis is performed for the one-story reinforced concrete building. It is an industrial structure. Industrial structures shall be designed and constructed to withstand the effects of wind in accordance with the requirements and provisions of ABNT-NBR 6123/88. This standard describes the procedure for wind resistance of such structures. Stability analysis of the one-story pitched roof building is performed using softwares. The main parameters considered in this document to compare the performance of the wind in the building, that is, the possible damages that can occur, the behavior of the industrial shed relative to the wind, and the provisions for the basic design loads to be assumed in the shed. In these patterns, the complete calculations are made for the wind load that is most important for the design of the industrial shed.

Key words: Wind, structure, softwares.

1 INTRODUÇÃO

Um dos problemas que envolvem as estruturas civis, principalmente, as edificações de pouca altura, leves e com grandes vãos é a ação do vento. Temos como exemplo de

construções nessa estatura os edifícios industriais, ou seja, galpões ou pavilhões para usos gerais. Essas estruturas, por serem amplas leves e, muitas vezes, altamente permeáveis ao ar externo, são facilmente instabilizadas por esta forma de ação.

Por esta razão, este artigo tem como objetivo geral: abordar a reação dos esforços atuantes em relação à ação do vento sobre a estrutura de um Galpão Industrial, na região do polo Industrial de Manaus/AM. E como específicos - Levantar os principais fatores aerodinâmicos que influem nos acidentes; caracterizar o vento na região, no município de Manaus; verificar os esforços da estrutura do galpão conforme a norma ABNT NBR 6123/88, NBR 6118/14, NBR 6120; analisar o comportamento da estrutura em relação à segurança quanto às ações do vento.

No município de Manaus, encontram-se vários edifícios industriais instalados até em zonas rurais, as edificações estão fazendo parte da paisagem da região integrando uma categoria estrutural das mais utilizadas em nossos dias. Os edifícios industriais são construções que têm por finalidade cobrir áreas extensas com várias finalidades, tais como, oficinas, fábricas, almoxarifados, hangares, depósitos, etc. Normalmente são construídos de concreto armado, concreto protendido e de perfis de aço, geralmente possuindo cobertura metálica.

As edificações industriais projetadas são constantemente submetidas a ações variáveis e permanentes. As ações variáveis, vento, sobrecarga, ou de outras causas, apresentam um maior grau de dificuldade, pois dependem do tipo de edificação a ser construída e de sua geometria. Já as ações permanentes (composta pelo peso próprio da estrutura e pelo peso dos materiais de acabamento) são usualmente fáceis de serem tratadas, pois dependem somente das seções transversais e dos elementos que compõem a estrutura.

A manifestação da turbulência atmosférica pode ser gerada por obstáculos, no caso dessa estrutura ou outros tipos de objeções situados na proximidade de uma edificação, causando alterações na velocidade média do vento, com isso, originando efeitos dinâmicos que se superpõem aos efeitos estáticos causados pela velocidade média.

Classificam-se os efeitos causados pela ação do vento como efeitos estáticos, devidos à ação estática do vento, considerando sua velocidade média; e efeitos dinâmicos, causados ou pela energia cinética contida na turbulência atmosférica; ou pela turbulência gerada em edificações ou obstáculos situados a barlavento da edificação em estudo; ou pelo desprendimento cadenciado de vórtices; ou ainda por instabilidade aerodinâmica por galope ou drapejamento (BLESSMANN, 1989).

O objetivo da NBR 6123/88 é fixar as condições exigíveis na consideração das forças devidas à ação estática e dinâmica do vento, para efeitos de cálculo de edificações e as recomendações existentes nessa norma para a análise dinâmica levam em conta a variação no módulo e na orientação da velocidade média do vento. Essa resposta dinâmica da estrutura à ação do vento depende não só de sua forma externa, mas também dos materiais empregados, do amortecimento e da rigidez da estrutura.

Diante do exposto apresenta-se os efeitos das ações dos ventos na estrutura, ou seja, as ações horizontais oriundas da ação do vento com a finalidade de desenvolver um estudo que apresente os métodos de dimensionamento do cálculo do vento na edificação de um pavimento abordando de todas as normas prescritas, implicando assim em melhorias de aproveitamento dos elementos estruturais.

Também com orientação de profissionais da área de Engenharia Civil. Fazendo uma análise a respeito da tipologia empregada da edificação industrial de concreto.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Metodologia

A metodologia aplicada é a de pesquisa bibliográfica por meio de análises de livros que abordem o problema e consultas com profissionais da área. Também fez-se a pesquisa baseada em normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, tendo como principais as normas a NBR 6123/88 – Forças devidas ao Vento em Edificações e NBR 6118/14 – Projeto de Estruturas de concreto Armado, verificando a solução construtiva quando o assunto é edifício de um pavimento com grande vão e altura considerável, ou seja, de 8 metros.

Neste caso apresenta-se, então, um estudo a respeito das ações atuantes em galpões com ênfase especial na consideração do vento uma vez que em tal tipo de edificação se torna bastante significativa a ação do vento. Discorre-se sobre os conceitos básicos necessários para a compreensão dos efeitos aerodinâmicos e a caracterização do vento na região. O tema ventos é bastante abrangente e, por este motivo, foi necessário delimitar o conteúdo, de modo a torná-lo coerente para a proposta deste Trabalho.

Após a finalização do estudo é realizada uma análise do procedimento da verificação para plantas irregulares e como devem ser consideradas para efetuar o cálculo, assim como o comportamento do vento e os valores das ações do vento em relação aos métodos utilizados.

2.2 Principais Fatores Aerodinâmicos que Influem os Acidentes

Devido ao desmatamento e a variação climática no mundo, efeito do El Niño, degelo etc., a cidade de Manaus nos últimos dez anos, tem sofrido mais acidentes condicionado a velocidade do vento que tem derrubado placas, telhados, e na orla afundado pequenas embarcações.

Em geral os acidentes ocorrem em edificações leves, principalmente as que possuem grandes vãos livres, por exemplo: edifícios industriais, galpões, hangares, galpões agrícolas, granjas, ginásios, coberturas de estádios, pavilhões, garagens e outros similares.

Em regiões litorâneas a velocidade média do vento tende a ser maior que em regiões metropolitanas, além disso, as rajadas de vento causam um impacto de forma mais agressivas nas coberturas, as quais muitas vezes não estão preparadas para receber esse tipo de esforço lateral.

É difícil estabelecer as causas de um acidente ocasionado devido à ação do vento. Normalmente os danos são leves ou sem muito impacto estrutural (Gonçalves 2004). Entretanto, uma ruína tende a ocorrer com a somatória de problemas da obra como: erros de projeto, avaliação das ações do vento, erros de execução, baixa qualidade dos materiais e falta de manutenção preventiva.

Os acidentes vistos por um lado aerodinâmico são devido a um ou mais fatores de coeficientes aerodinâmicos, pressão interna, velocidade do vento e objetos lançados. Nesse caso é importante adequar da melhor forma possível os galpões levantados na perspectiva aerodinâmica.

Nem sempre os desastres causados pela ação do vento são de fato originados apenas por esse fator. Algumas vezes o real motivo causador dos acidentes, que não são acidentes e sim falhas humanas associadas à ação do vento, podem ser causados por falta de atenção na execução ou elaboração do projeto, tais como, Ancoragens de terças, contraventamento de estruturas de cobertura, Fundações inadequadas, paredes inadequadas, deformidade excessiva da edificação.

Em alguns casos, os acidentes ocasionam-se em razão da limpeza do terreno, sendo estas entre a edificação e as obras vizinhas. Isso pode ocasionar barlavento nas paredes frontal e lateral de alvenaria estrutural, não resistido à força de sobre

pressão do vento, devido à abertura para o fluxo e não possuindo mais a barreira. É importante salientar que um colapso de elementos ou ruína de uma estrutura leva em consideração vários fatores, sendo que esses efeitos podem ser acumulativos.

As ações da natureza, nesse caso, o vento, quando em ocasiões catastróficas chegam de repente, de modo que dificilmente temos reações rápidas o bastante para nos protegermos ou evitarmos que os bens possam ser danificados pela ação natural. Mesmo que as previsões climáticas, divulgadas pelos veículos de comunicações, trabalhem para antecipar o alerta, há casos excepcionais que nem sempre conseguem.

Logo, o vento não deixa de ser um critério importante para a realização do projeto, por não atuar de forma visível no objeto projetado, mesmo em áreas onde não há ação relevante, a ação do mesmo está presente diariamente, de forma contínua, afetando a estrutura.

a) Caracterização do Vento na Região no Município de Manaus

Os aspectos da ação do vento em edificações dependem de dois fenômenos: os aerodinâmicos e os meteorológicos. Os aspectos meteorológicos são responsáveis pela velocidade do vento a considerar no projeto da estrutura de uma dada edificação.

Um fator que influencia todas as construções que interagem com essas forças é a variação da potência do vento, na qual a capacidade de o mesmo acumular ou perder energia se torna uma das principais variações das forças do vento.

Maior interesse para engenharia estrutural são todos esses fatores que são responsáveis por influenciar na geração de turbulência, os quais geralmente produzem ventos fortes. Nessas condições o fluxo de ar é tão intenso que os gradientes de temperatura são rapidamente desfeitos, as diferenças no

fluxo são quase que totalmente causadas por agitação mecânica do ar, dessa forma provocando turbilhões e ou redemoinhos.

Os aspectos são avaliados a partir de considerações como: local da edificação, rugosidade do terreno, tipo de terreno, tipo de ocupação e altura da edificação.

b) Analisar os Esforços Estruturais do Galpão Conforme as Normas

Galpão pode ser definido com uma edificação de grande área coberta e geralmente de um único pavimento, utilizada para fim: comercial, industrial, agrícola, ginásio, garagem e entre outros. Sua estrutura é composta usualmente por pórticos (pilares, vigas de travamento, paredes, contraventamento lateral) separados uniformemente, cobertura (estrutura de cobertura, telhas, terças, tirantes e contraventamento de cobertura) e com a presença de platibandas ou não. Por ter variadas utilizações, as suas dimensões também precisam ser adequadas para cada tipo de empreendimento ou serviço, usualmente apresentam grandes vãos, grandes comprimentos e altura de pé direito alto. (BELLEI, 1998 e PRAVIA, 2010).

As estruturas de concreto armado devem apresentar requisitos de qualidade da estrutura como: capacidade resistente, que consiste na segurança à ruptura; desempenho em serviço, onde a estrutura deve manter-se em condições plenas de utilização durante sua vida útil, e durabilidade, que é a capacidade da estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas no projeto.

Nos projetos estruturais, a agressividade ambiental deve ser classificada de acordo com a tabela 6.1 da NBR6118/2014 e pode ser avaliada, simplificada, segundo as condições de exposição da estrutura ou de suas partes. As estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto, conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço

durante o prazo correspondente à sua vida útil, pois há existência de uma forte correspondência entre a relação água/cimento e a resistência à compressão do concreto e sua durabilidade.

2.3 Comportamento do Vento no Galpão

O vento age horizontalmente em uma estrutura e muda em magnitude e direção com o tempo. A pressão do vento pode levar a respostas dinâmicas do edifício. Assim, em alguns casos, pode levar a fadiga, especialmente na fundação. Os efeitos da carga de vento em uma estrutura são afetados pelos seguintes fatores:

- A altura acima do solo; obstáculos no nível do solo reduzem a velocidade do vento.
- Exposição do prédio ao entorno; árvores e outros edifícios altos bloqueiam a velocidade do vento.

A carga de vento é principalmente resistida pela ancoragem adequada da fundação e adição de elementos de reforço. As forças laterais tendem a forçar as estruturas a se moverem horizontalmente e isso faz com que a base experimente altos esforços. Elementos de rigidez, como suportes, ajudam a manter as colunas em sua posição original. As (Figuras 3 e 4) abaixo demonstram os efeitos da pressão do vento sobre uma estrutura.



Figura 1: Pressão do vento e sucção em um prédio. Fonte: Própria Autoria, 2018.

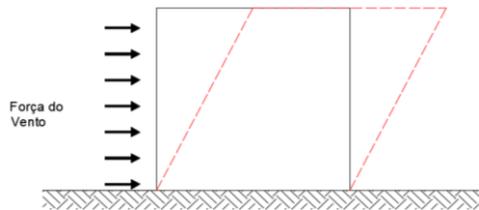


Figura 2: Edifício deformado devido à força do vento. Fonte: Própria Autoria, 2018.

2.4 Ação Combinada do Vento

Nesse caso, produz um esforço de pressão sobre o componente a barlavento, empurrando-o na direção e sentido do vento e também produz um esforço de sucção sobre o componente a sota-vento, puxando-o na direção e sentido do vento.

A ação do vento agindo nos dois lados do galpão pode até derrubá-lo por inteiro (Figura 5).

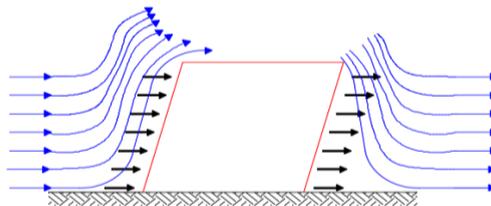


Figura 3: Combinação do vento. Fonte: Adaptada do site EBANATAW, 2018.

2.5 Normatização Brasileira

Sabemos que qualquer atividade a ser executada segue regulamentos, neste caso, a ABNT NBR 6123/88 apresenta as considerações necessárias e o formato de cálculo das forças devidas ao vento em edificações, objetivando averiguar as características das forças dos efeitos dinâmicos e estáticos em relação à ação dos ventos nas edificações com, dimensões, características e localizações comuns entre si através do cálculo das estruturas.

Essa norma traz os fatores de correção da velocidade do vento em função das características do ambiente, altura sobre o

terreno e dimensões da construção, a fim de obter o perfil de velocidades e de pressões do vento.

Em relação à durabilidade de estruturas de concreto armado, a conformidade do projeto está relacionada aos parâmetros considerados. O concreto e a armadura são elementos que obtêm a resistência tanto a esforço de compressão, quanto a de tração, no seu interior. Os esforços de compressão são contidos pelo concreto, que possui grande resistência a esses tipos de esforços, já o aço assegura a estabilidade, devido à resistência a esforços de tração.

2.6 Pressão dinâmica do vento

Para se estabelecer procedimento para a determinação do perfil de pressões do vento na camada limite atmosférica considerada, para a edificação a ser analisada. Conseqüentemente, com a determinação do perfil de pressões atuantes, é possível obter as forças de vento atuantes no edifício para cada altura acima do terreno, conforme a ABNT NBR 6123/88 utiliza-se:

2.7 Velocidade básica do vento V_0 .

Esta velocidade V_0 é obtida, através da localização onde se situa a obra através das isopletras da Figura 1 na NBR, conforme mostrado na (Figura 6) abaixo.

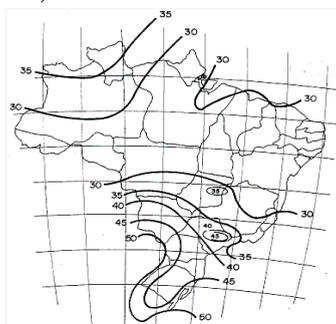


Figura 4: Isopletras da velocidade básica V_0 (m/s). – NBR 6123/8. Fonte: Visual Ventos, 2018.

Os critérios que a velocidade básica adota:

- Velocidade de uma rajada, ou seja, a velocidade média sobre 3_s .
- Em média uma vez a cada 50 anos podem ser excedidos.
- Em campo aberto e plano a 10 metros acima do terreno.

Fica evidente que para características diferentes das citadas acima é necessário corrigir esta velocidade. Este procedimento é feito através dos fatores S_1 , S_2 e S_3 mostrados a seguir.

2.8 Velocidade Característica

A Velocidade Característica necessita de uma série de fatores, tais como a região do Brasil onde se localiza a estrutura, a topografia, verificando a planialtimetria do terreno, a densidade de ocupação, se há edificações aos arredores e características construtivas do edifício.

Identificado à velocidade básica do vento em relação à localidade que situa o edifício, é necessário ajustá-la multiplicando pelos fatores S_1, S_2 e S_3 e assim obtém-se a velocidade característica do vento, V_k . A velocidade característica representa a interação do vento básico com os fatores que altera a velocidade do vento, ou o impacto que esse vento possa ocasionar.

Calcula-se a velocidade característica a partir da seguinte equação:

$$V_k = V_o \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \quad \text{Equação (1)}$$

Tal que:

- S_1 , fator topográfico, o qual leva em consideração a variação do terreno (talude de encosta, planície ou morro).

- S_2 , fator de rugosidade, dimensões da edificação e altura sobre o terreno;
- S_3 , fator estatístico.

Conforme a NBR 6123/88, o Fator Topográfico (S_1), (Tabela 1), trata das variações do relevo do terreno, dependendo do local, pode variar em terreno plano ou fracamente acidentado, taludes e morros e vales profundos.

Tabela 1: Fator Topográfico S_1 , Adaptada: NBR 6123:1988

Categoria	Característica Topografia	Fator S_1
A	Terreno Plano, Fracamente Acidentado.	1
B	Taludes e Morros	1,1
C	Tales Profundos	0,9

Fonte: ABNT NBR 6123 (1988, p.5.).

O fator S_2 , que relaciona a combinação dos efeitos da rugosidade do terreno, variação da velocidade do vento com altura acima do terreno e das dimensões da edificação. Antes de efetuar o cálculo do fator, é preciso assinalar o entorno do terreno e classificá-lo em uma das categorias apresentadas abaixo e conforme a Tabela 1 (Parâmetros Meteorológicos) da NBR 6123:1988 pág. 9.

Categoria I: Superfícies lisas de grandes dimensões, com mais de 5 km de extensão, medida na direção e sentido do vento incidente; Categoria II: Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas. Categoria III: Terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como sebes e muros, poucos quebra-ventos de árvores, edificações baixas e esparsas. Categoria IV: Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizados. (ABNT NBR 6123, 1988, p. 8).

Após ter averiguado a categoria do terreno, é escolhida a classe da edificação e de seus elementos na Tabela 2, da NBR 6123:1988 pág. 10:

Classe A: Todas as unidades de vedação, seus elementos de fixação e peças individuais de estruturas sem vedação. Toda edificação na qual a maior dimensão horizontal ou vertical não exceda 20 m. Classe B: Toda edificação ou parte de edificação para a qual a maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal esteja entre 20 m e 50 m. Classe C: Toda edificação ou parte de edificação para a qual a maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal exceda 50 m. (ABNT NBR 6123, 1988, p. 9).

Desta maneira, os grupos e classificações do fator S_2 em uma altura acima do terreno, se relacionam pela expressão:

$$S_2 = b \cdot F_r \cdot (z/10)^p \quad \begin{array}{l} \text{Equação} \\ (2) \end{array}$$

Para os valores de S_2 em diversas categorias de rugosidade do terreno juntamente com a classe das dimensões das edificações que a Norma define são especificadas na tabela 3 da ABNT NBR 6123:1988, pág. 10.

Logo, o fator estatístico, S_3 , associa o grau de segurança requerido com a vida útil da edificação. Dessa forma, a norma o divide nos seguintes grupos, partindo de um índice de maior segurança para menor:

Grupo 1: Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva. Grupo 2: Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação. Grupo 3: Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc.). Grupo 4: Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação, etc.). Grupo 5: Edificações temporárias. Estruturas dos grupos 1 a 3 durante a construção. (id *ibid.*, p. 10).

Nota-se que a norma aumenta o fator de segurança para o vento em morros, com baixa rugosidade do terreno e edificações que possuem grande importância para o funcionamento da localidade da edificação. O cálculo da pressão dinâmica tende a aumentar para diminuir a probabilidade dessa velocidade de vento ser superado no durante a vida útil da estrutura, que em média considera-se para 50 anos.

Calculo da pressão dinâmica, q .

De acordo com a velocidade característica do vento, é calculada a pressão dinâmica do vento pela seguinte equação:

$$q = 0,613xVk^2 \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

Vk^2 = Vento Característico.

Sendo que:

q em N/m^2 , e Vk em qm/s .

2.9 Software complementar utilizado

Utilizou-se o software para auxiliar no cálculo dos esforços devido ao vento juntamente em comparação com a norma brasileira, o software do Etools.

O Visual Vento é um mecanismo de uso educacional desenvolvido na UPF (Universidade de Passo Fundo). Esse programa tem por objetivo a determinação das forças devido ao vento em edifícios de planta retangular e cobertura a duas águas, de acordo com as prescrições da NBR 6123 - Forças devidas aos ventos em edificações de 1988. Conforme a Etools, estes programas foram criados na linguagem C++ com o compilador Borland Builder.

Carregamento do Vento com a Utilização do Software Visual Ventos

Para a verificação das forças devidas ao vento, utilizou-se um software livre Visual Ventos (Figura 5), sendo este um

programa para determinar as Forças Devidas ao Vento em edifícios de planta retangular e cobertura duas águas de acordo com as prescrições da ABNT NBR 6123/88. Os dados de entrada do programa são as características geométricas da edificação e as características do terreno, além disso, deve-se fornecer o tamanho das aberturas para o cálculo da velocidade e coeficientes de pressão externa e interna, tal como é descrito na NBR 6123/88, na qual este apresenta seus resultados de forma descritiva e ilustrativa, para que assim, o usuário possa conferir os valores do comportamento do vento na estrutura.

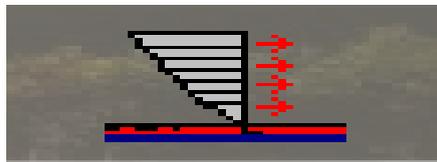


Figura 5: Software Visual Vento. Fonte: Visual Ventos, 2018.

A dimensão do galpão em estudo não segue as proporções convencionais (Figura 6), ou seja, não sendo exatamente retangular, no entanto esse programa não fornece condições para seguir rigorosamente os dados conforme o projeto, na qual assemelha-se ao losango.

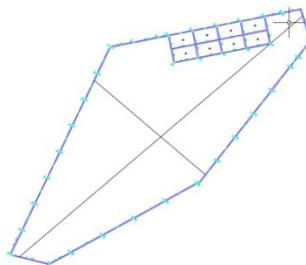


Figura 6: Planta Esquemática De Fôrmas. Fonte: Ronaldo Valério, 2016.

3 - RESULTADO E DISCUSSÃO

O cálculo das ações dos ventos é realizado em edificações retangulares, e o desafio foi encontrar valores de carga do vento em edificação em formatos irregulares, como por exemplo, trapezoidal e compreender o funcionamento do vento na estrutura, ou melhor, como é o funcionamento dessa ação, além de encontra uma forma de analisar a verificação dos resultados cabíveis para o dimensionamento. Na (Figura 7) pode-se observar na simulação a dinâmica do vento (em vermelho) na estrutura e ter uma noção de quais os pontos mais relevantes que devem se levar em conta na execução dos cálculos da estrutura.

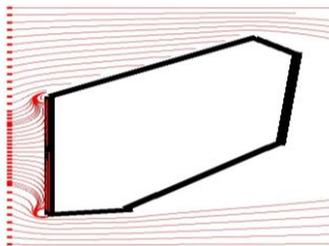


Figura 7: Comportamento do vento na edificação. Fonte:Fluxo Vento, 2018.

Quando em locais mais afetados deve-se verificar a seção do pilar, aumentando-os, deixá-los mais rígidos ou escolhendo a armadura mais resistente.

Os coeficientes do vento obtidos nos ensaios numéricos efetuados através do programa mostraram-se coerentes do ponto de vista aerodinâmico, quando comparados com os valores normativos e calculados à mão (Tabela 2).

Tabela 2: Comparativo do Cálculo das Ações dos Ventos

Fonte: Próprio Autor, 2018.

Coeficientes				Cálculo	Software
Velocidade Básica	V_o (m/s)			32 m/s	32 m/s
Fatores	S_1			1,0	1,0
	S_2	Categoria	III	0,88	0,89
		Classe	C		
S_3	Grupo	2	1,0	1,0	
Velocidade Característica	V_k (m/s)			28,16 m/s	28,58 m/s
Pressão Dinâmica	q			48.06 kgf/m ²	50,07 khf/m ²

Conforme visto, não ocorre muita variação dos cálculos dos coeficientes em relação às apurações realizadas. Nesse caso tem-se a diferença nos coeficientes de vento característico de $V_k = 0,42 \text{ m/s}$, ou seja, de $V_k = 1,40 \text{ km/h}$, e da pressão dinâmica $q = 2,01 \text{ kgf/m}^2$.

Ação dos ventos nas edificações possui uma grande relevância na edificação, sendo o vento a principal carga acidental que age sobre as construções, e que ao se negligenciar esse fator podem ocorrer danos catastróficos, por isso é necessário ter-se noções do quanto é um fator importante.

Assim, ao realizar o dimensionamento na realidade para agilizar a verificação, pode-se optar por a utilização do programa, pois com a dimensão da edificação, em minutos terá todos os resultados necessários para cálculo da estrutura.

A análise do galpão por um ponto de vista aerodinâmico, mostrou-se que se encaixa em fatores que provocaram danos como, vento e a carga entre outros. No entanto, é importante salientar que quando não considerado o fator vento na estrutura poderá ocorrer acidente.

Pode-se dizer que o desaprumo estrutural somente é mais desfavorável que o vento em edificações baixas submetidas a cargas verticais elevadas nesse caso a construções industriais. Na prática, a atuação isolada da ação horizontal na estrutura não ocorrerá na vida real, não há uma situação na qual exista a

atuação da mesma sem a presença simultânea das cargas verticais do peso próprio, dos revestimentos, da sobrecarga, etc. O vento só atuará com a estrutura existente!

Portanto, vale ressaltar que o resultado dos cálculos das ações dos ventos na edificação, com a utilização de softwares, necessita-se que tenha discernimento do uso desses apoios complementares, não confiando apenas nesses instrumentos mais verificando com cálculos realizados à mão para ter uma base de resultados para dar prosseguimento nos demais cálculos da estrutura.

4- CONCLUSÃO

O estudo da ação do vento nas estruturas é de suma importância para a estática estrutural. Atualmente podemos contar com normas específicas, tais como a NBR 6123/1988 que tratam das forças do vento nas estruturas. Se normas correspondentes à ação do vento e ao dimensionamento estrutural forem rigorosamente seguidas, haverá menor probabilidade de ocorrer acidentes devido à ação do vento. É importante identificar todas as cargas que atuam em um edifício para o propósito de cálculos de tensão. As cargas podem ser combinadas para encontrar o estresse, se necessário.

As cargas mais comuns combinadas são: a força horizontal e vertical. As cargas sísmicas não ocorrem na região, então esse tipo de carga não é altamente enfatizado na análise, no entanto, leva-se em consideração uma simples depressão no terreno, pois poderá ocasionar uma concentração do fluxo do vento, aumentando a carga de vento que atua sobre a superfície da edificação:

Na verificação da estrutura deve-se analisar todas as combinações possíveis, de ação do vento e estudar também os condicionantes da região como a existência de obstáculos e prédios que possam aumentar a força dos ventos, a topografia

do terreno, tentar adivinhar que tipo de reformas serão realizadas no futuro abrindo novas portas e janelas ou fechando-as, e também possibilidades de limpeza ou demolição de edificações vizinhas para que não venha afetar a construção.

A importância da estabilidade estrutural advinda de esforços laterais está relacionada com a menor probabilidade de ocorrer acidentes em coberturas metálicas, uma vez que se houver rigoroso cuidado quanto ao dimensionamento estrutural e seguimento das normas.

Um parâmetro muito significativo nas ações do vento é a avaliação da estabilidade das estruturas de concreto armado. Pode-se perceber que o vento, principalmente em edificações mais altas, causa um deslocamento horizontal da estrutura considerável e que não pode ser ignorado pelo os profissionais da construção.

Um desafio de uma forma geral é realizar a análise de uma estrutura não convencional, pois é necessário ter cautela ao verificar como irá dimensionar cada elemento do galpão juntamente com as ações do vento e compreender como essa ação irá atuar na estrutura, com isso uma forma encontrada para solucionar o problema através da observação do projeto foi atribuir os eixos das abcissas e ordenadas obtendo um comprimento do edifício e em seguida aplicando os procedimentos da norma, pois cuidados especiais devem ser tomados porque o vento pode querer derrubar o galpão. Nesse caso deve-se levar em consideração o dimensionamento a instalação do contravento vertical entre as colunas do galpão sempre que for possível no terreno.

Portanto, conclui-se que o efeito da ação do vento nas edificações deve ser sempre considerado, devendo ser avaliado desde o início da concepção da estrutura, sendo importante fazer a contratação de uma empresa com corpo técnico qualificado para projetar, fabricar e montar estruturas de acordo com as normas vigentes.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123: Forças devido ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2014

BLESSMANN, Joaquim. Efeitos do vento em edifícios e cúpulas. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1978.

Introdução ao estudo das ações dinâmicas do vento. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

Acidentes causados pelo vento. 4 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, 2001.

Considerações sobre alguns tópicos para uma norma de vento. 2. ed.ampl. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1979b. v. 4.

BELLEI, Ildony Hélio. Edifícios industriais em aço. 2 Ed. São Paulo: Pini, 1998.

PRAVIA, Zacarias M. Chamberlain; DREHMER, Gilnei Artur; JÚNIOR, Enio Mesacasa. Galpões para usos gerais. 4 Ed. Rio de Janeiro: IaB/CBCA, 2010.

GONCALVES, Roberto Martins; Sales, José Jairo; Malite, Maximiliano; Minair, Jorge Neto. Ação do vento nas edificações: teoria e exemplos. São Carlos: Set/Fesc/USP, 2004