

Velocidades Básicas do Vento em Edificações em São Martinho da Serra / RS

Thiago Celso Strano Pasqual¹

Resumo

A ação do vento em estruturas no Brasil é tratada de forma ampla pela norma técnica ABNT NBR 6123, sendo utilizada para os mais diversos tipos e formas de edificações. A tratativa baseia-se na utilização de velocidades básicas de vento do local em que a edificação será construída, fornecida por isopletras abrangendo todo território nacional. Este trabalho tem por objetivo relatar e analisar comparativamente os dados de uma pesquisa sobre rajadas máximas de vento registradas na Região Sul do país em relação com as velocidades básicas da norma supracitada.

1 Introdução

Em engenharia civil exige-se que as estruturas sejam funcionais e seguras. Levando isto em conta, os engenheiros estruturais devem considerar a influência de todas as ações que possam produzir efeitos significativos para a segurança da estruturas em exame.

Segundo BLESSMANN (1991) o vento no interior da camada limite atmosférica constitui um escoamento turbulento cuja descrição realiza-se com as ferramentas da teoria de processos aleatórios. As cargas provocadas sobre as estruturas são relevantes quando há altas velocidades de vento. A agitação originada pela fricção superficial é superior em relação à provocada por gradientes térmicos atmosféricos, destruindo desta maneira o processo de convecção. As condições atmosféricas nos ventos fortes são de gradiente térmico vertical adiabático e estabilidade neutra. Sob estas condições, a turbulência contida no escoamento médio do ar é causada pelo movimento da massa de ar sobre rugosidades superficiais (turbulência mecânica) e sua característica depende da forma, dimensão e distribuição de obstáculos superficiais naturais e artificiais.

Desta forma, as flutuações são originadas pela agitação mecânica do ar, formando redemoinhos de dimensões diversas. Os ciclones extratropicais, considerados na Engenharia do Vento como ventos bem comportados, geram ventos fortes em equilíbrio dinâmico com a rugosidade superficial.

Tendo em vista a importância da interação entre o meio fluido (vento) e a estrutura, a Associação

Brasileira de Normas Técnicas através da norma NBR 6123:1988 fixa as condições exigíveis na consideração das forças devidas à ação estática e dinâmica do vento, para efeitos de cálculo de edificações.

Devido à abrangência da norma e ao elevado custo e demora em se utilizar recursos alternativos (ensaio em túnel de vento e fluido-dinâmica computacional), a norma é a principal referência dos engenheiros estruturais sobre a ação do vento no dimensionamento de edificações de formas geométricas variadas, como galpões, prismas retangulares, cúpulas, etc.

A norma é estruturada de modo que as forças devido à ação do vento dependem da velocidade básica do vento V_0 adequada ao local onde a estrutura se localiza.

A velocidade básica de vento é definida pela NBR 6123:1988 como a velocidade de uma rajada de 3 s, exercida em média uma vez em 50 anos, a 10 m acima do solo em campo aberto e plano. Como regra geral é admitido-se que o vento básico possa soprar de qualquer direção horizontal.

Tais valores são fornecidos através de isopletras abrangendo todo o território nacional, as quais foram elaboradas a partir dos registros de 49 estações meteorológicas brasileiras.

Observando-se as crescentes notícias de catástrofes climáticas, ciclones extratropicais e ventos muito velozes no Sul do país, motivou-se a pesquisa das rajadas máximas registradas na região para posterior análise comparativa com os valores de referência dos engenheiros estruturais.

1 Universidade de São Paulo – USP, Escola Politécnica, Mestrando em Engenharia Civil, Estruturas e Fundações (thipasqual@hotmail.com)

2 Pesquisa sobre Velocidades Básicas

A pesquisa envolveu consulta a diversos institutos meteorológicos do país sobre medições da velocidade do vento nas condições estabelecidas no capítulo 5.2.1 da NBR 6123: em breve resumo velocidade de uma rajada de 3 s, exercida a 10 m acima do solo em campo aberto e plano.

Neste sentido, com colaboração do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através do Sistema Nacional de Dados Ambientais (SINDA), obteve-se que a informação que o referido órgão tem estações com sensores preparados para medir rajadas máximas de vento nas seguintes estações descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação das estações meteorológicas do SINDA ativas no Brasil.

Estação	Estado	Latitude	Longitude	Altitude
Rio Novo	TO	-10.543	-46.755	
Porto Real	TO	-9.304	-47.925	
Rio Urubu	TO	-10.741	-49.342	
Barra do Corda	MA	-5.506	-45.251	120
Pedreiras	MA	-4.586	-44.585	40
Itapecuru Mirim	MA	-3.406	-44.343	51
Cachoeira Paulista Met	SP	-22.675	-45.002	563
Simão Dias	SE	-10.67	-37.75	195
Anicuns	GO	-16.457	-49.957	692
Loreto	MA	-6.950	-45.167	297
Riachão	MA	-7.350	-46.550	338
Acaílandia	MA	-5.033	-47.550	392
Ariquemes	RO	-9.934	-62.957	219
Cacoal	RO	-11.484	-61.374	186
Costa Marques	RO	-12.424	-64.226	145
Guajara Mirim	RO	-10.787	-65.275	150
Ji-Paraná	RO	-10.876	-61.969	159
Machadinho	RO	-9.392	-62.019	198
Porto Velho	RO	-8.790	-63.841	95
Coroatã	MA	-4.133	-44.100	36
São Luís	MA	-2.590	-44.207	62
Urbano Santos	MA	-3.217	-43.400	86
São Domingos Maranhão	MA	-5.700	-44.350	210
Afranio	PE	-8.518	-41.006	
Barreiros	PE	-8.821	-35.189	
Floresta	PE	-8.600	-38.567	
Ouricuri	PE	-7.874	-40.088	
Palmares	PE	-8.659	-35.568	
Salgueiro	PE	-8.067	-39.140	
Santa Maria Boa Vista	PE	-8.800	-39.817	
Vertentes	PE	-7.903	-35.971	
São José do Egito	PE	-7.440	-37.275	

Estação	Estado	Latitude	Longitude	Altitude
Barcarena	PA	-1.542	-48.741	
Serra Talhada	PE	-7.925	-38.287	430
Vitória de Santo Antão	PE	-8.124	-35.302	157
Ibimirim	PE	-8.536	-37.674	401
Goiana	PE	-7.640	-34.943	13
Vicentinópolis	GO	-17.708	-49.792	646
Vianópolis	GO	-16.800	-48.493	1002
Porangatu	GO	-13.306	-49.117	1
Itumbiara	GO	-18.406	-49.188	449
Ceres	GO	-15.342	-49.601	571
Ipora	GO	-16.422	-51.117	584
Quirinópolis	GO	-18.434	-50.408	542
Britânia	GO	-15.358	-51.172	263
Anápolis	GO	-16.374	-48.941	
Barretos	SP	-20.584	-48.590	549
São Martinho da Serra	RS	-29.258	-53.489	305
Petrolina	PE	-9.150	-40.367	366
Balsas MET	MA	-7.517	-46.050	422
Faz Panambi	TO	-8.094	-46.652	450
Cristalina	GO	-16.767	-47.433	
UHE Cana Brava	GO	-13.402	-48.053	343
Goiatuba	GO	-18.017	-49.367	310
Jataí	GO	-17.921	-51.717	587
Ipirá	BA	-12.157	-39.742	275
Ibiapora-Mundo Novo	BA	-12.051	-40.805	534
Souto Soares	BA	-12.092	-41.641	807
Piata	BA	-13.12	-41.79	1292
Marcionílio Souza	BA	-13.138	-41.525	457
Milagres	BA	-12.907	-39.741	412
Jequié	BA	-13.871	-40.070	305
Vitória da Conquista	BA	-14.885	-40.801	762
Anagé	BA	-14.618	-41.143	580
Brumado	BA	-14.204	-41.774	488
Eunópolis	BA	-16.288	-39.575	152
Teixeira de Freitas	BA	-17.572	-39.726	68
Ilheus	BA	-14.754	-39.226	68
Montes Claros	MG	-16.751	-43.888	701
Paracatu	MG	-17.251	-46.885	625
Andrequice	MG	-18.276	-44.991	808
Ipatinga	MG	-19.470	-42.523	305
Caratinga	MG	-19.743	-42.135	899
Leopoldina	MG	-21.468	-42.723	305
Itajuba MET	MG	-22.406	-45.443	857
Belo Horizonte	MG	-19.877	-43.909	991
Nanuque	MG	-17.821	-40.324	104
Caraguatatuba	SP	-23.690	-45.425	3
Guaratingueta	SP	-22.801	-45.189	539
Campos do Jordão	SP	-22.718	-45.568	1590
Taubaté	SP	-23.033	-45.567	
Silveiras	SP	-22.804	-44.839	1219
Irecê	BA	-11.287	-41.890	722
Caetite	BA	-13.957	-42.604	824

Estação	Estado	Latitude	Longitude	Altitude
Jaguaquara	BA	-13.571	-39.938	667
Fernando de Noronha	PE	-3.838	-32.407	38
Araripina	PE	-7.455	-40.417	624
Arcoverde	PE	-8.434	-37.053	716
Caruaru	PE	-8.236	-35.910	488
Recife	PE	-8.059	-34.922	10
Alcantara	MA	-2.400	-44.400	50
Vila do Apiau	RR	2.551	-61.304	213
Serra do Navio	AP	0.901	-52.003	91
Amapa	AP	2.052	-50.789	14
MET Maraba	PA	-5.360	-49.122	91
MET Altamira	PA	-3.200	-52.200	61
Porto Trombetas	PA	-1.459	-56.369	60
Tabatinga	AM	-4.234	-69.940	76
Cuiaba	MT	-15.553	-56.069	
MET Cruzeiro do Sul	AC	-7.600	-72.767	183
Porto dos Gaúchos	MT	-11.535	-57.417	274
Tacaratu	PE	-9.105	-38.152	547
Itambe	PE	-7.405	-35.174	146
Chapadinha	MA	-3.734	-43.317	100
Fernando de Noronha 2	PE	-3.837	-32.406	38

A Tabela 1 mostra que as estações do referido Sistema tem atuação quase insignificante no Sul, com apenas uma estação, a de São Martinho da Serra. Em outras regiões existe melhor representatividade, entretanto as velocidades básicas de vento são menores e, portanto, as forças devido à ação do vento também são menores.

Dentre as estações meteorológicas citadas acima, foram pesquisados valores em diversas estações das Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Destas, os dados de quase todas foram descartadas por não satisfazerem as condições de norma ou por não terem amostragem suficiente, principalmente nos últimos cinco anos.

De fato foram obtidos com sucesso dados da Estação Meteorológica São Martinho da Serra, lo-

calizada no Rio Grande do Sul, área de recentes catástrofes climáticas.

A Figura 1 mostra as isopletas fornecidas pela Norma NBR 6123 próximo à localização de São Martinho da Serra.

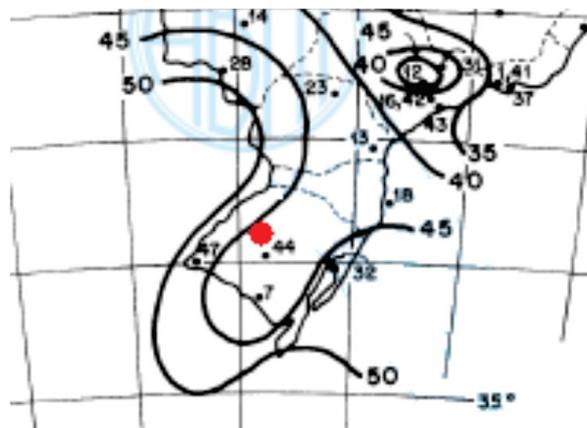


Figura 1 – Isopletas na Região de São Martinho da Serra / RS.

Pode-se observar que a velocidade básica prevista na norma brasileira para São Martinho da Serra é menor que 45m/s.

3. Compilação de Dados e Resultados

Foram obtidos registros de velocidades básicas do vento desde 1998 a 2010, sendo apresentados sob forma de valor máximo durante o intervalo de 3 horas de medição. Todos os dados desta pesquisa foram obtidos via Web Site pelo sítio <http://sinda.crn2.inpe.br/PCD/>

Com isto, foram baixados cerca de 38.000 valores, devidamente organizados e compilados com o auxílio de uma planilha eletrônica. Dentre os valores, descartou-se o período de 1998 a 2004 devido a intervalos longos sem medição por manutenção ou falhas do equipamento. A Tabela 2 mostra o resumo dos valores obtidos pela Estação Meteorológica.

Tabela 2 – Ocorrência de Ventos em São Martinho da Serra de 2005 a 2010.

ANO	Nº Ocorrências V0>45m/s	Nº Ocorrências V0>48m/s	Nº Ocorrências V0>50 m/s	V0 máx (m/s)
2010	3	1	1	50,2
2009	7	5	0	49,2
2008	12	6	3	51,1
2007	11	6	3	51,0
2006	3	0	0	47,7
2005	2	0	0	47,7

Levando em conta as isopletras de norma, em Martinho da Serra uma rajada de vento superior a 45 m/s deveria ocorrer em uma oportunidade a cada 50 anos, entretanto registraram-se 38 ocasiões com ventos superiores em 6 anos.

Observando-se pontualmente, tais dados sugerem que a norma NBR 6123 pode ter suas isopletras defasadas ou ainda que, na elaboração das isopletras, uma interpolação entre dados de estações distintas tenha levado a alguma condição desfavorável para esta região.

A pesquisa foi realizada um levantamento da quantidade de estações utilizadas para elaborar o mapa de isopletras de alguns códigos nacionais, chegando-se aos resultados mostrados na Tabela 3.

Observa-se que a densidade média de estações no Brasil é muito baixa quando comparada a outros países como África do Sul e Argentina. Entretanto, tal densidade é crítica nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, onde a velocidade básica do vento é menor. A densidade de estações nas Regiões Sul e Sudeste, onde os ventos são mais velozes, é compatível.

Tendo como exemplo o modelo Europeu, onde os códigos foram unificados criando-se um único mapa de isopletras para diversos países, sugere-se uma discussão na próxima atualização da norma levando em conta a contribuição de medições realizadas em países vizinhos para melhorar as isopletras brasileiras, principalmente nas regiões de fronteira.

4. Conclusões

- 4.1. Devido à facilidade de aplicação e ao baixo custo a norma técnica ABNT NBR 6123 tende em continuar sendo a principal referência sobre a ação do vento em estruturas convencionais no Brasil.
- 4.2. Recentemente observaram-se catástrofes

climáticas, entre elas ciclones extratropicais na Região Sul do país.

- 4.3. Dados fornecidos do SINDA sugerem que as rajadas de vento registradas em São Martinho da Serra no Rio Grande do Sul superem em 13,55% a velocidade prevista por norma.
- 4.4. É interessante que outras pesquisas sejam realizadas para atestar os indícios apresentados, bem como confirmar a necessidade de revisão nas isopletras da NBR 6123.8

Bibliografia

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estruturas em Concreto Armado – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

[4] BLESSMANN, J. Ação do Vento em Edificações. Porto Alegre. Sagra, 1991.

[5] BLESSMANN, J. Introdução ao estudo das ações dinâmicas do vento. 1 ed. Porto Alegre, 1998.

[6] BORTOLI, M. E. Efeito do Entorno Urbano sobre as Ações do Vento em Edificações. Porto Alegre, 2005.

[7] FIORIN, D. V.; SCHUCH, N. J.; MARTINS, F. R.; BRACKMANN, R.; CECONI, M.; PEREIRA, E. B; GUARNIERI, R. A. Comportamento Estatístico Sazonal dos Ventos na Região do Observatório Espacial do Sul. Seminário Sonda, INPE, São José dos Campos, 2010.

[8] MANFRIM, S. T. Estudo Numérico para a Determinação das Pressões Devidas à Ação do Vento em Edifícios Industriais, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2006.

Tabela 3 – Estações consideradas no código nacional de ação do vento em estruturas.

UNIDADE TERRITORIAL	EXTENSÃO (km ²)	ESTAÇÕES CONSIDERADAS	DENSIDADE (km ² /un)
África do Sul	1.221.037	14	87.217
Argentina	2.780.400	29	95.876
Brasil	8.514.876	49	173.773
Sul	577.214	8	72.152
Sudeste	927.286	11	84.299
Centro-Oeste	1.612.077	6	268.680
Norte	3.869.637	11	351.785
Nordeste	1.561.177	13	120.090