

Estudo de vento em marquises

Por eng. esp. João Alberto de Abreu Vendramini

Engenheiro civil, especialista em estruturas pré-moldadas de concreto pela UFSC
Professor do curso de Especialização em Projeto de Estruturas de Concreto para Edifícios - ABECE/TQS/Mackenzie

Diretor Técnico da Vendramini Engenharia Ltda.

E-mail: joao@vendramini.eng.br



Resumo

Trata-se do maior e mais abrangente estudo das ações do vento em marquises, usuais das edificações de estocagem e armazenagem. Foram estudados em túnel de vento quatro modelos de marquises diferentes, isto é, dimensões e posições relativas ao solo com variação de 15 em 15 graus de zero a 360 graus. O estudo foi desenvolvido com e sem a presença de veículos sob as marquises, com três configurações diferentes de veículos. O objetivo do estudo foi entender os efeitos do vento sobre as marquises, nas diferentes configurações de veículos e para várias direções de vento, com a medição dos coeficientes de pressão externos na marquise.

Análise do problema

Historicamente as marquises são estruturas suscetíveis a acidentes, alguns deles relacionados a ação do vento sobre elas. A Engenharia Estrutural vem tratando deste assunto há bastante tempo, com estudos desenvolvidos em túnel de vento.

Este trabalho irá analisar os casos mais usuais de configurações geométricas das marquises instaladas em centros de estocagem e armazenagem (centros de distribuição), considerando variações geométricas das marquises, variações de sua altura em relação ao solo e variações de possíveis veículos posicionados sob elas.

Exemplo de acidente em marquises

No final da tarde de uma sexta-feira, em março de 2020, sob fortes chuvas e na incidência de “ventania”, conforme relato dos funcionários do Centro de Distribuição localizado em Itapevi/SP, verificamos um significativo acidente em marquises, certamente ocasionado pela ação do vento, como se pode verificar nas fotos 1 e 2.



Fotos 1 e 2. Marquise em Centro de Distribuição, Itapevi

Análise do acidente

Quando verificamos a ocorrência de acidentes em elementos de estruturas, devemos ter o cuidado de avaliar de forma consistente as prováveis causas, muitas vezes, de início, somos levados a crer que fenômenos da natureza são os causadores, contudo, em qualquer acidente envolvendo estruturas é prioritário analisar primeiro o seguinte:

- A obra foi bem projetada, seguindo as normas e códigos vigentes?
- A obra foi bem executada, utilizando materiais adequados e de boa procedência e aplicando corretamente os processos executivos inerentes à sua execução?
- A obra foi bem utilizada, respeitando-se os carregamentos e condições de serviços previstas no projeto?
- A obra teve uma correta manutenção preventiva e, quando necessário, corretiva ao longo de sua existência?

Responder a estas perguntas é fundamental, para que possamos creditar o acidente à suas devidas causas, muitas vezes somos levados a crer, de forma errônea, que efeitos da natureza, como chuvas, ventos, inundações, são os causadores de acidentes envolvendo elementos estruturais quando, na verdade, qualquer resposta negativa a uma das questões, pode ser, de fato, a verdadeira causa.

No caso exemplificado não foi diferente. Certamente o vento serviu como um “gatilho” para desencadear o acidente, contudo, as inspeções e campo nos mostram erros na execução da solda das tesouras da marquise no inserido metálico, previsto no pré-moldado.

Marquise

Marquises são estruturas com características aerodinâmicas análogas às coberturas isoladas e, portanto, estão sujeitas aos fenômenos aerodinâmicos inerentes a este tipo de edificação. Para coberturas isoladas o vetor velocidade do vento, em um dado instante, pode ter uma direção inclinada no plano vertical, pela composição da velocidade média, horizontal, com a componente vertical da turbulência. Assim, para intervalos de tempo de alguns segundos, o vento pode soprar com uma inclinação que se situa entre $+10^\circ$ e -10° . Estes limites podem, inclusive, ser ultrapassados em temporais com turbulência muito elevada.

Do ponto de vista aerodinâmico, para coberturas isoladas, pode-se considerar o vento soprando horizontalmente e a cobertura girando de +10° e -10° (isto não é válido para coberturas sobre paredes). A consequência prática deste fenômeno é que diferentes padrões de carregamento são fisicamente possíveis de ocorrer na mesma estrutura, para a mesma direção do vento médio incidente.

Carregamentos considerados pela ABNT NBR 6123:1988

Os carregamentos para coberturas isoladas, previstos na NBR 6123:1988 [2], estão expressos nos itens que reproduzimos:

$h \geq 0,5 l_2$ $0 < \text{tg } \theta \leq 0,7$ tabela 17

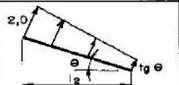
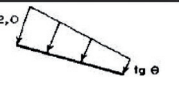
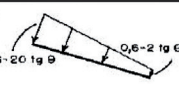
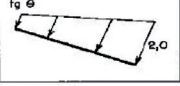
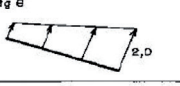
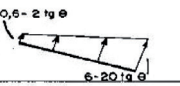
Vento	Primeiro carregamento		Segundo carregamento	
	$0 \leq \text{tg } \theta \leq 0,7$	$0 \leq \text{tg } \theta \leq 0,2$	$0,2 \leq \text{tg } \theta \leq 0,3$	
→				
←				

Tabela 1. Coeficientes de pressão em coberturas isoladas de uma água plana, conforme NBR 6123:1988

Para os casos em que a altura h seja inferior ao limite fixado em 8.23, e/ou em que obstruções possam ser colocadas sob a cobertura ou junto a ela, esta deve resistir à ação do vento, na zona de obstrução, calculada para uma edificação fechada e de mesma cobertura, com $C_{pi} = + 0,8$, para obstruções na borda de sotavento, e com $C_{pi} = - 0,3$, para obstruções na borda de barlavento.

Seguindo esta metodologia, nunca teríamos sobrepressão, o que veremos que não é real, pelos resultados dos ensaios realizados.

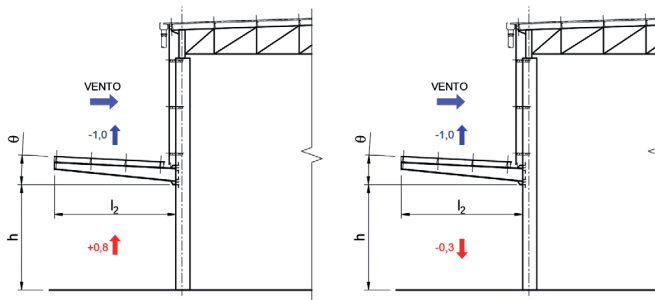


Figura 1. Esquema resumo de C_p 's, indicando a não existência de sobrepressão C_p 's ou C_{pi} 's

Ensaio proposto

Para o ensaio em túnel de vento real foi proposto a elaboração de uma maquete que reproduzisse um galpão usual, com marquise longitudinal, nas duas faces de maior dimensão e duas marquises isoladas, nas faces de oitão, conforme figura 2.

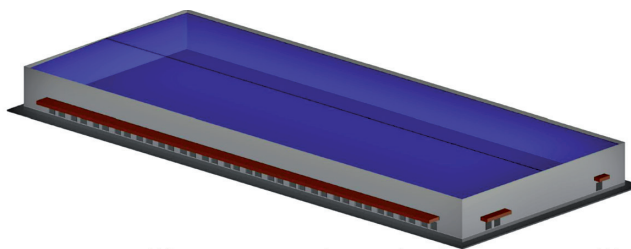
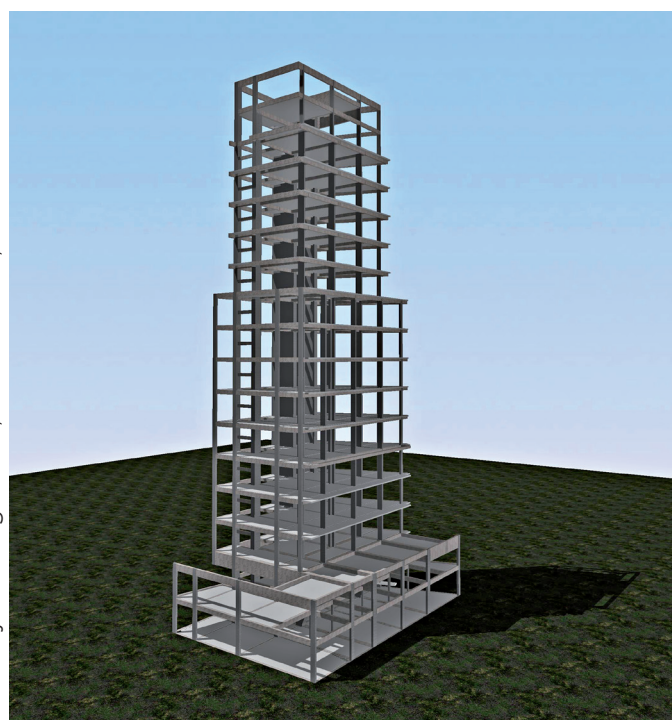


Figura 2. Perspectiva artística do galpão modelo

Transmar Consultoria e Engenharia, Vila Velha, ES

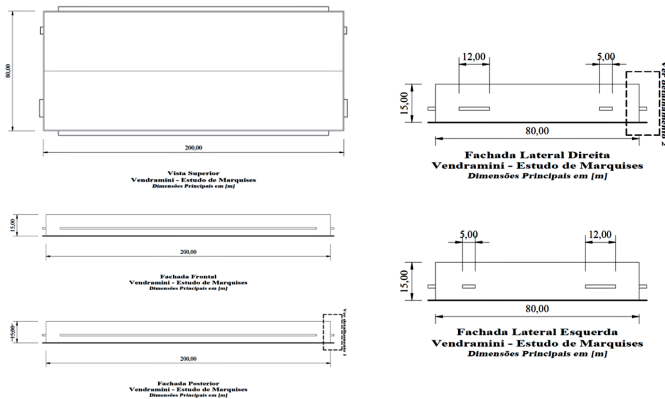


TESE Projetos e Engenharia, Belo Horizonte, MG



Detalhes geométricos

A seguir mostraremos croquis da geometria do galpão e das marquises, figuras 3, 4 e 5



Figuras 3 e 4 - Esquema de planta e elevações do galpão [1]

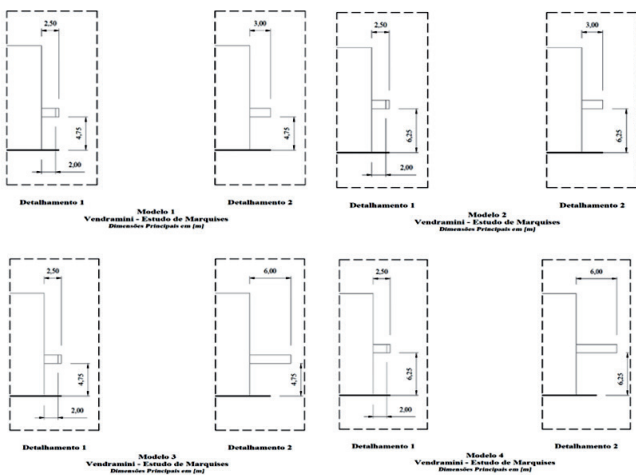


Figura 5. Geometria principal das marquises [1]

Configurações de obstáculos

A seguir mostraremos croquis das configurações de veículos sob a marquise, figura 6.

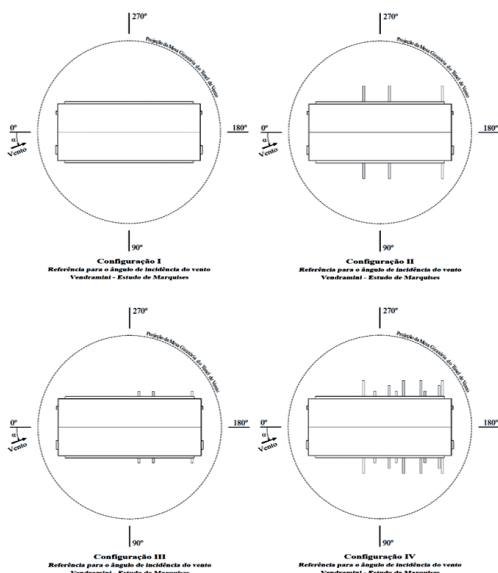
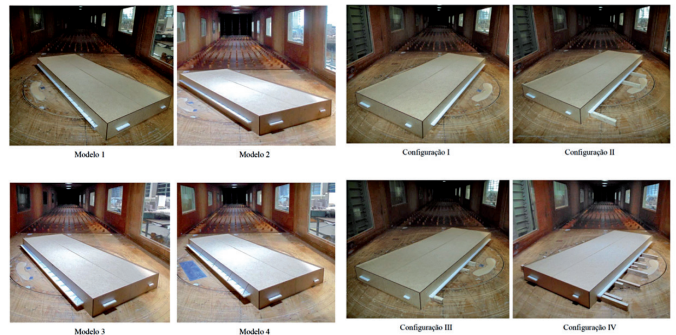


Figura 6. Configuração dos obstáculos sob as marquises [1]

Maquetes desenvolvidas

A seguir mostraremos maquetes da geometria e configurações de veículos sob a marquise, fotos 5 e 6.



Fotos 5 e 6. Maquetes dos modelos geométricos e configurações de obstáculos, ensaiados [1]

Cargas dominantes

Os carregamentos dominantes devidos ao vento em marquises, para vento perpendicular à fachada de barlavento, estão esquematizados na figura 7.

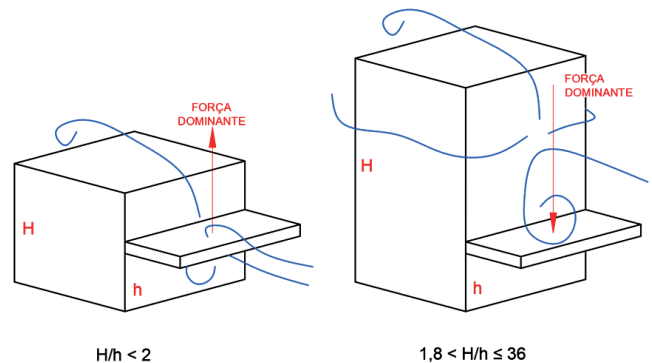


Figura 7. Forças dominantes exercidas nas marquises pelo vento [4] [5]

Resultados dos ensaios

Resumo dos ensaios executados

Foram estudados em túnel de vento real quatro modelos de marquises diferentes, isto é, dimensões e posição relativa ao solo, com variação de 15° em 15°, variando de zero a 360°. O estudo foi desenvolvido com e sem a colocação de veículos sob as marquises, com três configurações diferentes de veículos.

Marquises longitudinais

- Larguras 3,00m
6,00m
- Comprimento 180,00m
- Alturas 4,75m
6,25m
- Obstáculos curtos e esparsos
longos e esparsos
distribuição difusa

Marqueses dos oitões

- Larguras 2,50m
- Alturas 4,75m
6,25m
- Comprimentos 5,00m
12,00m
- Obstáculos curtos e esparsos
longos e esparsos
distribuição difusa

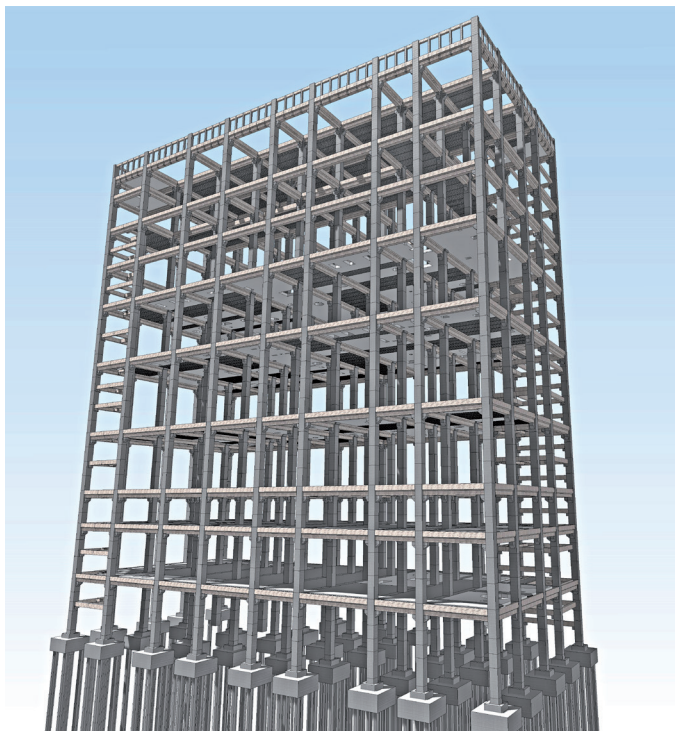
Resultados obtidos

Os resultados obtidos foram expressos em forma de tabela do Excel, com possibilidade de variar o ângulo de incidência do vento, para que a planilha indicasse os valores de C_p , que foram assim considerados:

Carregamentos adimensionais considerados:

- C_p resultante médio = C_p médio superior - C_p médio inferior
- C_p resultante mínimo = C_p mínimo superior - C_p máximo inferior
- C_p máximo = C_p máximo superior - C_p mínimo inferior
- Para a recomposição das pressões a partir do C_p resultante médio, o intervalo de tempo para o cálculo de S_2 deve ser considerado conforme o Anexo A da NBR 6123:1988, considerando as dimensões da marquise na direção perpendicular ao vento incidente.
- Para a recomposição das pressões a partir do C_p resultante mínimo e do C_p resultante máximo, o intervalo de tempo para o cálculo de S_2 deve ser de 3.600s, isto é, uma massa de ar gigantesca.

Wosniak Engenharia, Curitiba, PR



Exemplo de tabela de resultados

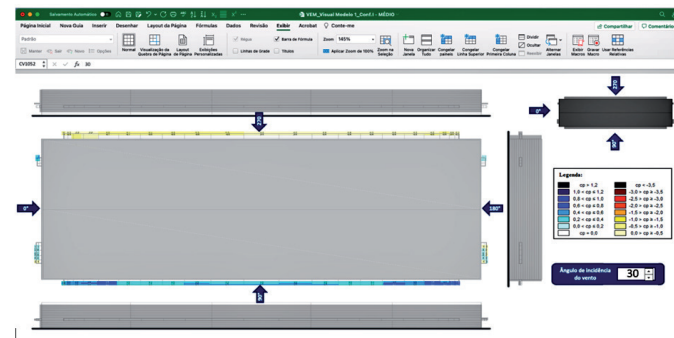


Figura 8. Resultados obtidos no ensaio para vento a 30° [1]

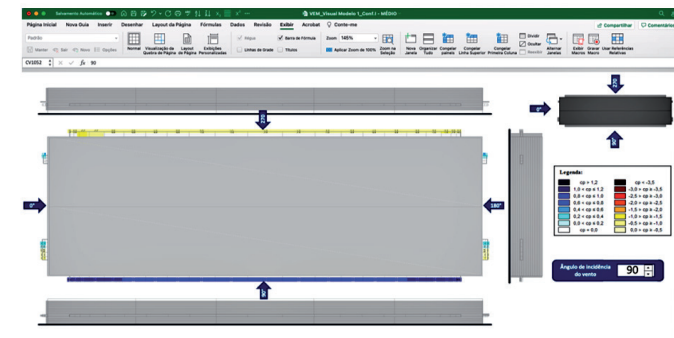


Figura 9. Resultados obtidos no ensaio para vento a 90° [1]

Análise dos resultados

Parâmetros de análise

Os resultados obtidos, foram analisados considerando os parâmetros pertinentes, assim:

- Fator S_2 Rugosidade do terreno
Variação da velocidade do vento com a altura acima do terreno
Dimensões da edificação, ou parte da edificação em estudo
- Aplicação do Anexo A da NBR 6123:1988 [2], onde pertinente
- Dimensão da “testada” da marquise, em função da direção do vento, conforme figura 10.

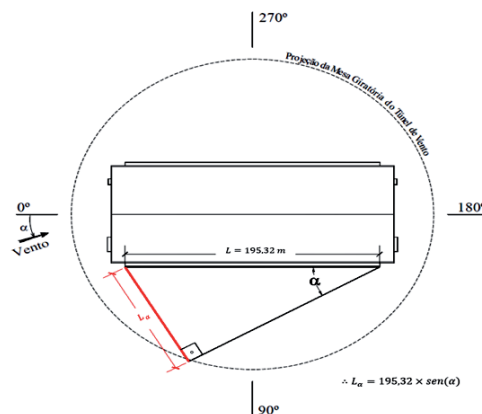


Figura 10. Croqui indicando como foi considerada a dimensão da testada da marquise em estudo, em função da direção do vento

Resultados de Cp's equivalentes - marquise longitudinal

Os resultados de Cp's equivalentes, estão expressos nas tabelas 2 a 5, que se seguem.

Tabela 2. Resultados de Cp's equivalentes, modelo 1, configuração I

ESTUDO EXPERIMENTAL DE VENTO EM MARQUISES										MODELO										1										CONFIGURAÇÃO										I																			
CARACTERÍSTICAS GERAIS																				CALCULO DO EF.FREQUENCIA DINAMICA																																							
MÁXIMOS/MÍNIMOS																				MÉDIAS																																							
V (m/s) 10,00																				0 10 20 30 40 50 60 70 80																																							
H (m) 40,00																				1,00 2,00 3,00 4,00 5,00 6,00 7,00 8,00 9,00 10,00																																							
S1 1,00																				0,800																																							
S2 1,00																				0,800																																							
Catéguas II																				0,800																																							
Z (m) 4,75																				0,475 0,950 1,425 1,899 2,374 2,849 3,323 3,798 4,273 4,748 5,222 5,697 6,172 6,647 7,121 7,596 8,071 8,546 9,021 9,496																																							
Z (m) 0,32																				0,320 0,640 0,960 1,280 1,600 1,920 2,240 2,560 2,880 3,200 3,520 3,840 4,160 4,480 4,800 5,120 5,440 5,760 6,080 6,400																																							
EXTREMIDADE +LS																																																											
VALORES MÉDIOS																				VALORES MÍNIMOS (+3000)																				VALORES MÁXIMOS (+3000)																			
Cp,resulta médio																				Cp,resulta mínimo																				Cp,resulta máximo																			
CENTRO MARQUISE																				CENTRO MARQUISE																				CENTRO MARQUISE																			
EXTREMIDADE MARQUISE																				EXTREMIDADE MARQUISE																				EXTREMIDADE MARQUISE																			
Cp,mediana																				Cp,mediana																				Cp,mediana																			
Cp,mediana																				Cp,mediana																				Cp,mediana																			
Cp,mediana																				Cp,mediana																				Cp,mediana																			

Tabela 3. Resultados de Cp's equivalentes, modelo 1, configuração II

ESTUDO EXPERIMENTAL DE VENTO EM MARQUISES										MODELO										1										CONFIGURAÇÃO										II																			
CARACTERÍSTICAS GERAIS																				CALCULO DO EF.FREQUENCIA DINAMICA																																							
MÁXIMOS/MÍNIMOS																				MÉDIAS																																							
V (m/s) 10,00																				0 10 20 30 40 50 60 70 80																																							
H (m) 40,00																				1,00 2,00 3,00 4,00 5,00 6,00 7,00 8,00 9,00 10,00																																							
S1 1,00																				0,800																																							
S2 1,00																				0,800																																							
Catéguas II																				0,800																																							
Z (m) 4,75																				0,475 0,950 1,425 1,899 2,374 2,849 3,323 3,798 4,273 4,748 5,222 5,697 6,172 6,647 7,121 7,596 8,071 8,546 9,021 9,496																																							
Z (m) 0,32																				0,320 0,640 0,960 1,280 1,600 1,920 2,240 2,560 2,880 3,200 3,520 3,840 4,160 4,480 4,800 5,120 5,440 5,760 6,080 6,400																																							
EXTREMIDADE +LS																																																											
VALORES MÉDIOS																				VALORES MÍNIMOS (+3000)																				VALORES MÁXIMOS (+3000)																			
Cp,resulta médio																				Cp,resulta mínimo																				Cp,resulta máximo																			
CENTRO MARQUISE																				CENTRO MARQUISE																				CENTRO MARQUISE																			
EXTREMIDADE MARQUISE																				EXTREMIDADE MARQUISE																				EXTREMIDADE MARQUISE																			
Cp,mediana																				Cp,mediana																				Cp,mediana																			
Cp,mediana																				Cp,mediana																				Cp,mediana																			
Cp,mediana																				Cp,mediana																				Cp,mediana																			

Tabela 4. Resultados de Cp's equivalentes, modelo 1, configuração III

ESTUDO EXPERIMENTAL DE VENTO EM MARQUISES										MODELO										1										CONFIGURAÇÃO										III																			
CARACTERÍSTICAS GERAIS																				CALCULO DO EF.FREQUENCIA DINAMICA																																							
MÁXIMOS/MÍNIMOS																				MÉDIAS																																							
V (m/s) 10,00																				0 10 20 30 40 50 60 70 80																																							
H (m) 40,00																				1,00 2,00 3,00 4,00 5,00 6,00 7,00 8,00 9,00 10,00																																							
S1 1,00																				0,800																																							
S2 1,00																				0,800																																							
Catéguas II																				0,800																																							
Z (m) 4,75																				0,475 0,950 1,425 1,899 2,374 2,849 3,323 3,798 4,273 4,748 5,222 5,697 6,172 6,647 7,121 7,596 8,071 8,546 9,021 9,496																																							
Z (m) 0,32																				0,320 0,640 0,960 1,280 1,600 1,920 2,240 2,560 2,880 3,200 3,520 3,840 4,160 4,480 4,800 5,120 5,440 5,760 6,080 6,400																																							
EXTREMIDADE +LS																																																											
VALORES MÉDIOS																				VALORES MÍNIMOS (+3000)																				VALORES MÁXIMOS (+3000)																			
Cp,resulta médio																				Cp,resulta mínimo																				Cp,resulta máximo																			
CENTRO MARQUISE																				CENTRO MARQUISE																				CENTRO MARQUISE																			
EXTREMIDADE MARQUISE																				EXTREMIDADE MARQUISE																				EXTREMIDADE MARQUISE																			
Cp,mediana																				Cp,mediana																				Cp,mediana																			
Cp,mediana																				Cp,mediana																				Cp,mediana																			
Cp,mediana																				Cp,mediana																				Cp,mediana																			

Tabela 5. Resultados de Cp's equivalentes, modelo 1, configuração IV

ESTUDO EXPERIMENTAL DE VENTO EM MARQUISES										MODELO										1										CONFIGURAÇÃO										IV																			
CARACTERÍSTICAS GERAIS																				CALCULO DO EF.FREQUENCIA DINAMICA																																							
MÁXIMOS/MÍNIMOS																				MÉDIAS																																							
V (m/s) 10,00																				0 10 20 30 40 50 60 70 80																																							
H (m) 40,00																				1,00 2,00 3,00 4,00 5,00 6,00 7,00 8,00 9,00 10,00																																							
S1 1,00																				0,800																																							
S2 1,00																				0,800																																							
Catéguas II																				0,800																																							
Z (m) 4,75																				0,475 0,950 1,425 1,899 2,374 2,849 3,323 3,798 4,273 4,748 5,222 5,697 6,172 6,647 7,121 7,596 8,071 8,546 9,021 9,496																																							
Z (m) 0,32																				0,320 0,640 0,960 1,280 1,600 1,920 2,240 2,560 2,880 3,200 3,520 3,840 4,160 4,480 4,800 5,120 5,440 5,760 6,080 6,400																																							
EXTREMIDADE +LS																																																											
VALORES MÉDIOS																				VALORES MÍNIMOS (+3000)																				VALORES MÁXIMOS (+3000)																			
Cp,resulta médio																				Cp,resulta mínimo																				Cp,resulta máximo																			
CENTRO MARQUISE																				CENTRO MARQUISE																				CENTRO MARQUISE																			
EXTREMIDADE MARQUISE																				EXTREMIDADE MARQUISE																				EXTREMIDADE MARQUISE																			
Cp,mediana																				Cp,mediana																				Cp,mediana																			
Cp,mediana																				Cp,mediana																				Cp,mediana																			
Cp,mediana																				Cp,mediana																				Cp,mediana																			

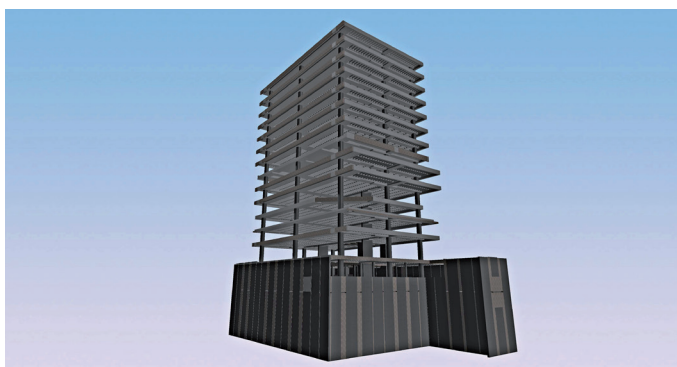
Resumo dos resultados de Cp's equivalentes

Os valores máximos e mínimos, no centro e extremidades das marquises, foram resumidos na planilha indicada na tabela 6.

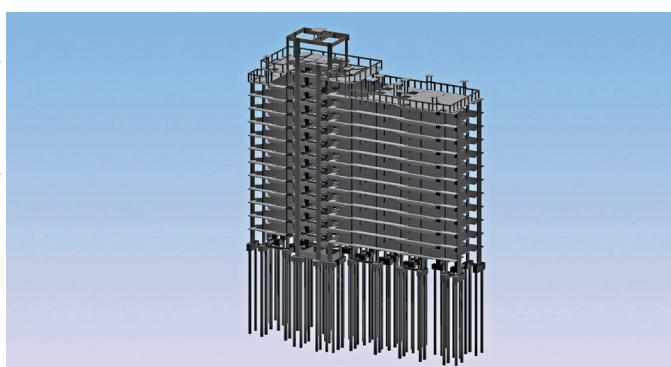
Tabela 6. Planilha resumo dos resultados de Cp's equivalentes

ESTUDO DE VENTO EM MARQUISES															
MODELO	CONFIGURAÇÃO	ITEM	VALORES MÉDIOS				VALORES MÍNIMOS t=3600 s				VALORES MÁXIMOS t=3600 s				
			CENTRO MARQUISE		EXTREMIDADE MARQUISE		CENTRO MARQUISE		EXTREMIDADE MARQUISE		CENTRO MARQUISE		EXTREMIDADE MARQUISE		
			Barlavento	Sotavento	Barlavento	Sotavento	Barlavento	Sotavento	Barlavento	Sotavento	Barlavento	Sotavento			
I	1	CP.máx/mín	0,90 - 1,00	1,30 - 1,10	0,60 - 2,60	1,80 - 2,40	2,70	0,70	2,90	1,70					
		Pd	1,00 - 1,10	1,10 - 1,20	13,60 - 58,93	40,80 - 54,39	61,19	15,86	65,73	38,53					
	CP.médio.e	0,90	1,00	1,30	1,10	0,18	1,34	0,54	1,23	1,39	0,24	1,50	0,51		
	2	CP.máx/mín	1,00 - 1,10	1,10 - 1,20	1,10 - 2,30	2,20 - 2,50	3,10	0,80	2,70	1,30					
		Pd	45,65 - 48,80	50,21 - 54,77	24,93 - 52,13	49,86 - 56,66	70,26	18,13	61,19	29,46					
	CP.médio.e	1,00	1,10	1,10	1,20	0,38	1,18	0,65	1,24	1,60	0,28	1,39	0,39		
	3	CP.máx/mín	1,00 - 1,00	1,20 - 1,20	1,10 - 2,30	2,20 - 2,50	3,10	0,80	2,70	1,30					
		Pd	48,06 - 45,65	54,77 - 54,77	24,93 - 52,13	49,86 - 56,66	70,26	18,13	61,19	29,46					
	CP.médio.e	1,00	1,20	1,20	1,20	0,38	1,18	0,65	1,24	1,60	0,28	1,39	0,39		
	4	CP.máx/mín	0,90 - 1,00	1,20 - 1,10	1,10 - 2,10	2,00 - 2,10	2,60	0,80	2,60	1,60					
		Pd	41,08 - 44,36	52,73 - 50,21	24,93 - 47,59	45,33 - 47,59	58,93	18,13	58,93	36,26					
	CP.médio.e	0,90	1,20	1,10	1,10	0,60	1,07	1,33	1,23	0,24	1,33	0,48			
II	1	CP.máx/mín	0,90 - 1,00	1,20 - 1,00	1,10 - 2,40	1,60 - 2,50	2,80	0,60	2,70	1,70					
		Pd	44,78 - 49,78	59,71 - 49,78	27,82 - 60,71	40,47 - 63,23	70,82	15,18	68,29	43,00					
	CP.médio.e	0,90	1,00	1,20	1,00	0,35	1,26	0,50	1,31	1,48	0,19	1,43	0,53		
	2	CP.máx/mín	0,90 - 1,00	1,10 - 1,20	1,00 - 2,30	1,80 - 2,60	2,90	0,80	2,70	1,60					
		Pd	47,14 - 49,78	54,73 - 57,74	25,29 - 58,18	45,53 - 65,76	73,35	20,24	68,29	40,47					
	CP.médio.e	0,90	1,00	1,10	1,20	0,36	1,21	0,57	1,32	1,52	0,25	1,42	0,50		
	3	CP.máx/mín	0,90 - 1,00	1,20 - 1,20	0,90 - 2,50	1,80 - 2,60	2,40	0,80	2,80	1,40					
		Pd	44,78 - 49,78	59,71 - 59,71	22,76 - 63,23	45,53 - 65,76	60,71	20,24	70,82	35,41					
	CP.médio.e	0,90	1,00	1,20	1,20	0,40	1,31	0,57	1,26	1,27	0,29	1,48	0,44		
	4	CP.máx/mín	0,90 - 1,00	1,10 - 0,90	1,10 - 2,50	1,70 - 2,40	2,40	0,90	2,60	1,50					
		Pd	43,31 - 49,78	52,93 - 44,78	27,82 - 63,23	43,00 - 60,71	60,71	22,76	65,76	37,94					
	CP.médio.e	0,90	1,00	1,10	0,90	0,35	1,27	0,53	1,22	1,27	0,28	1,37	0,47		
III	1	CP.máx/mín	0,80 - 1,00	1,10 - 1,10	0,90 - 2,40	1,90 - 2,50	2,30	0,70	2,70	1,70					
		Pd	35,49 - 45,65	50,21 - 50,21	20,40 - 54,39	43,06 - 56,66	52,13	15,86	61,19	38,53					
	CP.médio.e	0,80	1,00	1,10	1,10	0,46	1,24	0,57	1,28	1,19	0,21	1,34	0,51		
	2	CP.máx/mín	0,80 - 1,00	1,00 - 1,10	1,30 - 2,30	3,00 - 3,00	2,30	0,80	2,60	1,20					
		Pd	35,49 - 45,65	45,65 - 50,21	29,46 - 52,13	67,99 - 67,99	52,13	18,13	58,93	27,20					
	CP.médio.e	0,80	1,00	1,00	1,10	0,66	1,18	0,89	0,89	1,19	0,24	1,29	0,36		
	3	CP.máx/mín	0,80 - 1,00	1,00 - 1,10	0,90 - 2,50	2,80 - 2,80	2,30	0,70	2,50	1,40					
		Pd	35,49 - 45,65	45,65 - 50,21	20,40 - 56,66	63,46 - 63,46	52,13	15,86	56,66	31,73					
	CP.médio.e	0,80	1,00	1,00	1,10	0,45	1,08	0,83	0,83	1,18	0,21	1,29	0,42		
	4	CP.máx/mín	0,80 - 1,00	0,90 - 1,00	1,00 - 2,20	1,90 - 2,30	2,10	0,80	2,40	1,40					
		Pd	35,49 - 45,65	41,08 - 43,94	22,66 - 49,86	43,06 - 52,13	47,59	18,13	54,39	31,73					
	CP.médio.e	0,80	1,00	0,90	1,00	0,30	1,04	0,57	1,18	1,08	0,24	1,23	0,42		
IV	1	CP.máx/mín	0,80 - 1,00	1,10 - 1,10	1,20 - 2,50	2,10 - 2,60	2,30	0,60	2,70	1,70					
		Pd	38,49 - 48,12	54,58 - 54,58	30,35 - 63,23	53,12 - 65,76	58,18	15,18	68,29	43,00					
	CP.médio.e	0,80	1,00	1,10	1,10	0,64	1,32	0,66	1,37	1,22	0,19	1,38	0,53		
	2	CP.máx/mín	0,80 - 1,00	0,80 - 1,10	1,30 - 2,30	2,10 - 2,40	2,40	0,90	2,60	1,60					
		Pd	39,81 - 48,12	39,81 - 54,73	32,88 - 58,18	53,12 - 60,71	60,71	22,76	65,76	40,47					
	CP.médio.e	0,80	1,00	0,80	1,10	0,69	1,21	0,66	1,26	1,22	0,28	1,37	0,50		
	3	CP.máx/mín	0,70 - 1,00	0,90 - 1,10	1,60 - 2,70	2,00 - 2,60	2,30	0,70	2,50	1,40					
		Pd	36,67 - 48,12	44,78 - 54,73	40,47 - 68,29	50,59 - 65,76	58,18	17,71	63,23	35,41					
	CP.médio.e	0,70	1,00	0,90	1,10	0,84	1,42	0,63	1,37	1,21	0,25	1,32	0,44		
	4	CP.máx/mín	0,80 - 1,00	0,90 - 0,90	0,90 - 2,30	2,00 - 2,20	2,10	0,80	2,60	1,50					
		Pd	38,49 - 49,78	44,78 - 44,78	22,76 - 58,18	50,59 - 55,65	53,12	20,24	65,76	37,94					
	CP.médio.e	0,80	1,00	0,90	0,90	0,32	1,21	0,72	1,12	1,11	0,25	1,37	0,47		
MAIORES VALORES P/ I, II, III, IV			CP. médio.e	1,00	1,10	1,30	1,20	0,84	1,42	0,89	1,37	1,60	0,29	1,50	0,53
MAIORES VALORES P/ I e II			CP. médio.e	1,00	1,10	1,30	1,20	0,40	1,34	0,65	1,32	1,60	0,29	1,50	0,53
MAIORES VALORES P/ III e IV			CP. médio.e	0,80	1,00	1,10	1,10	0,84	1,42	0,89	1,37	1,22	0,28	1,38	0,53

Pedreira Onix, São Paulo, SP



Norcalc Estrutural, Fortaleza, CE



Conclusão

Compilação dos valores máximos de Cp

Analisando todos os dados de valores máximos, mínimos e médios equivalentes, podemos verificar valores distintos dos expressos na NBR 6123:1988 [2], conforme indica a figura 11.

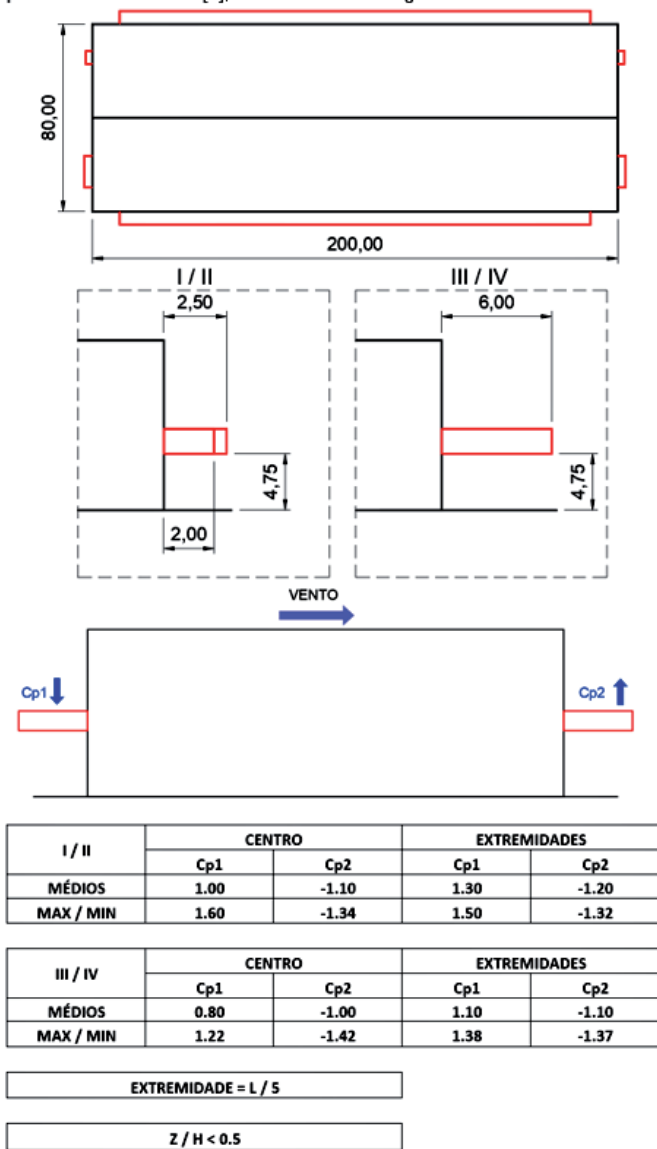


Figura 11. Resumo dos valores de Cp's, máximos, mínimos e médios

Observações importantes: sobrepressão

- a sobrepressão é o carregamento determinante no dimensionamento das marquises analisadas, pois ela é combinada aos carregamentos gravitacionais, talvez não seja necessário combinar a sobrepressão com sobrecarga acidental, questão que caberá ao projetista avaliar;
- Recomendamos para quem não dispões de dados de ensaios mais precisos, e mesmo que a estrutura não se encaixe perfeitamente à filtragem inicial, que utilize as sobrepressões presentes da Tabela 17 da NBR 6123:1988 [2].

Referências bibliográficas

- [1] VENTO-S / LAC - UFRGS. Ação estática do vento sobre as marquises de um pavilhão típico projetado pela Vendramini Engenharia Ltda.. Relatório de Ensaio, Rio Grande do Sul, 2019.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.
- [3] Jancauskas, E.; Eddleston, J. (1987). *Wind loads on canopies at the base of tall buildings*. Seventh International Conference on Wind Engineering. Aachen. Preprints, Fotodruck J. Mainz, Aachen, Deutschland.
- [4] Jancauskas, E.; Holmes, J. *Wind loads on attached canopies*. US National Conference on Wind Engineering, Proceedings. Texas Tech University, Lubbock, 1985.
- [5] Paluch, M.J. Influência da presença de marquises na distribuição de pressões exercidas pelo vento na cobertura curva de pavilhões industriais. M.Sc. Dissertation / Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

