

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
ENGENHARIA MECÂNICA NOTURNO



DIMENSIONAMENTO DE UM GALPÃO DE ARMAZENAMENTO

CURITIBA
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
ENGENHARIA MECÂNICA NOTURNO



DIMENSIONAMENTO DE UM GALPÃO DE ARMAZENAMENTO

Trabalho realizado como método de aprovação da disciplina de Estruturas Metálicas, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná, sob orientação do Professor Alexandre Pescador, realizado pelos alunos:

Carlos Eduardo Germino Filho, GRR20111334

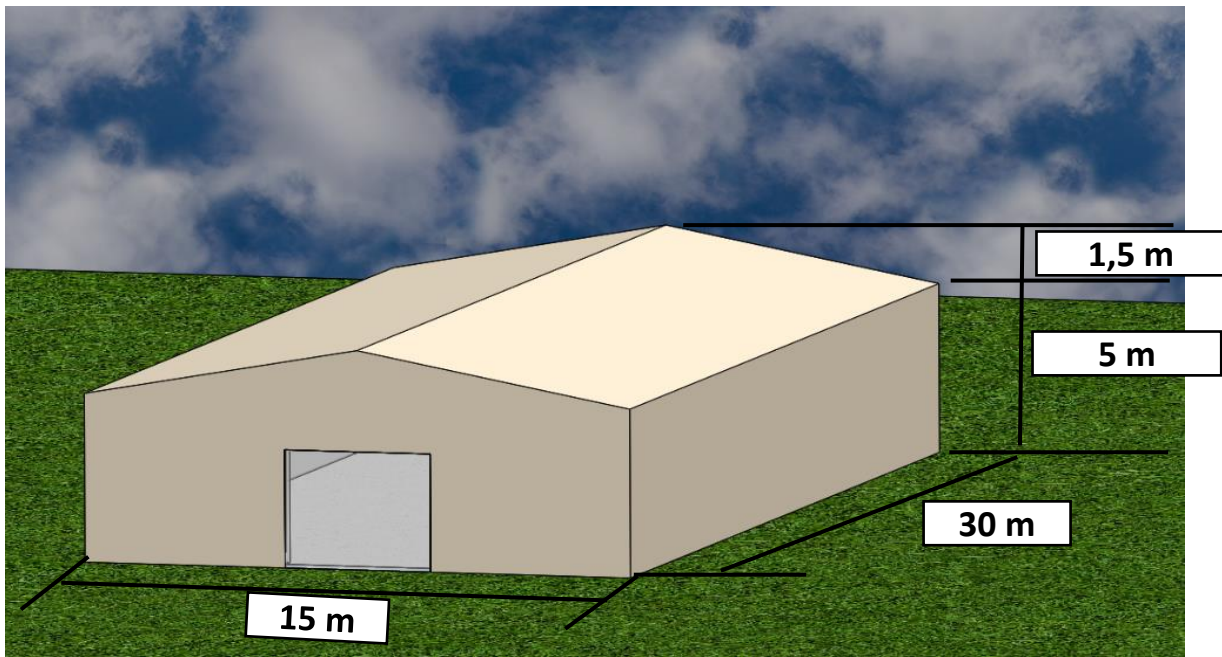
Julio Cezar de Jesus Rodrigues Junior, GRR20113111

CURITIBA
2016

1. OBJETIVO

Dimensionamento de um galpão de armazenamento conforme normas NBR 8880:2008 e NBR 6123:1988.

2. GALPÃO



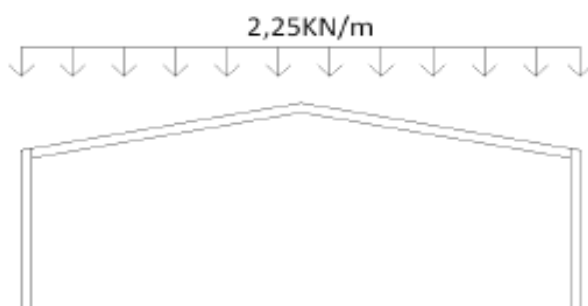
3. CARGAS PERMANENTES

TELHAS	0,10 kN/m ²
CONTRAVENTAMENT	0,05 kN/m ²
TERÇAS E TIRANTES	0,10 kN/m ²
VIGAS E COLUNAS	0,20 kN/m ²
TOTAL PERMANENTE	0,45 kN/m ²

Para levar em conta a carga total permanente no pórtico, para fins de cálculo, devemos considerá-la como uma carga distribuída.

Foi utilizada uma distância entre pórticos de 5 metros, resultando em 7 pórticos.

$$0,45 \text{ kN/m}^2 \times 5 \text{ m} = 2,25 \text{ kN/m}$$

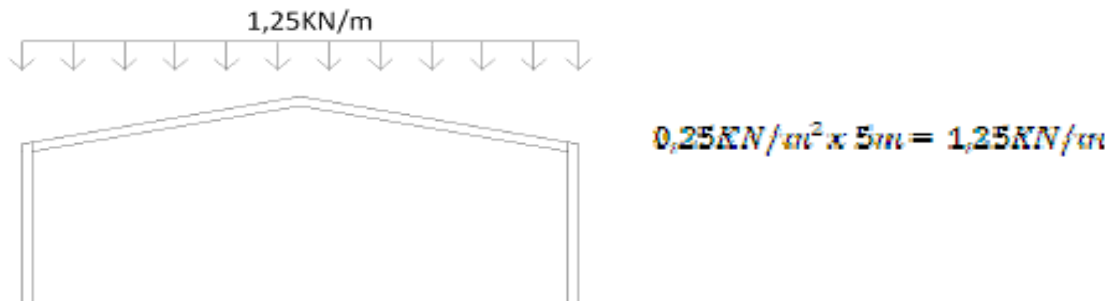


4. CARGAS ACIDENTAIS - SOBRECARGA

Conforme a NBR 8800:2008 o mínimo a ser considerado é $0,25 \text{ kN/m}^2$.

Analisando a carga total accidental (sobrecarga) no pórtico, para fins de cálculo também devemos considerá-la como uma carga distribuída.

Deve-se utilizar a distância entre pórticos, que é 5m.

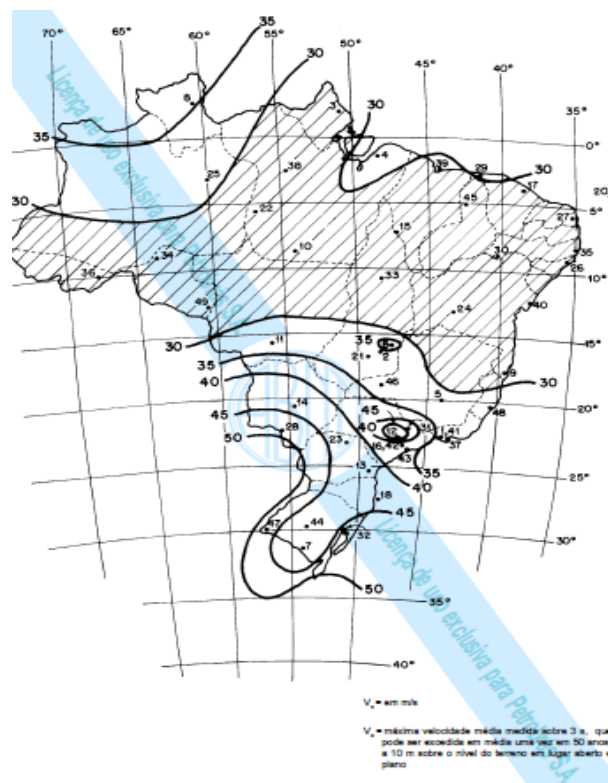


5. CARGAS ACIDENTAIS - VENTO

Para ser possível conhecer o carregamento de cargas accidentais, passamos por uma série de considerações e cálculos, como segue

V_0

✓ Isopletas do vento: Região Sul do Brasil (Rio Grande do Sul): $V_{10} = 45 \text{ m/s}$;



S_1

✓ Fator Topográfico: Terreno plano ou fracamente acidentado: $S_1 = 1,00$;

S2

- ✓ Fator de Rugosidade: Área industrial – Categoria IV e maior dimensão 30,00m – Classe B;

$$S_2 = b F_r (z/10)^p,$$

Será considerada nas alturas de 2,5m (metade da altura da coluna) e 6,5m (corresponde a maior altura da edificação).

Categoria	Z _g (m)	Parâmetro	Classes		
			A	B	C
II	300	b	1,00	1,00	1,00
		F _r	1,00	0,98	0,95
		p	0,085	0,09	0,10
IV	420	b	0,86	0,85	0,84
		p	0,12	0,125	0,135

$$S_{2(2,5m)} = 0,85 \times 0,98 \left(\frac{2,5}{10}\right)^{0,09} = 0,7$$

$$S_{2(6,5m)} = 0,85 \times 0,98 \left(\frac{6,5}{10}\right)^{0,09} = 0,79$$

S3

Tabela 3 - Valores mínimos do fator estatístico S₃

Grupo	Descrição	S ₃
1	Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros e de forças de segurança, centrais de comunicação, etc.)	1,10
2	Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação	1,00
3	Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc.)	0,95
4	Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação, etc.)	0,88
5	Edificações temporárias. Estruturas dos grupos 1 a 3 durante a construção	0,83

- ✓ Fator Estatístico: Área industrial com baixo teor de ocupação – Grupo 3:

$$S_1 = 0,95$$

Vk (velocidade característica do vento)

$$V_k = V_0 S_1 S_2 S_3$$

$$V_{k(2,50m)} = 45 \times 1 \times 0,7 \times 0,95 = 29,93 \text{ m/s}$$

$$V_{k(6,5m)} = 45 \times 1 \times 0,79 \times 0,95 = 33,77 \text{ m/s}$$

q (pressão de obstrução)

$$q = 0,613 V_k^2$$

$$q_{(2,5m)} = 0,613 \times 29,93^2 = 549,13 \text{ N/m}^2$$

$$q_{(6,5m)} = 0,613 \times 33,77^2 = 699,07 \text{ N/m}^2$$


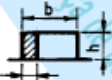


Cpe (coeficiente de pressão e forma externo):

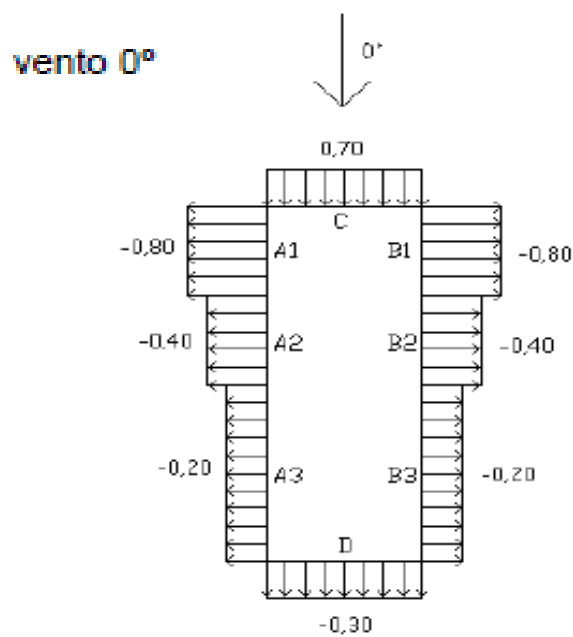
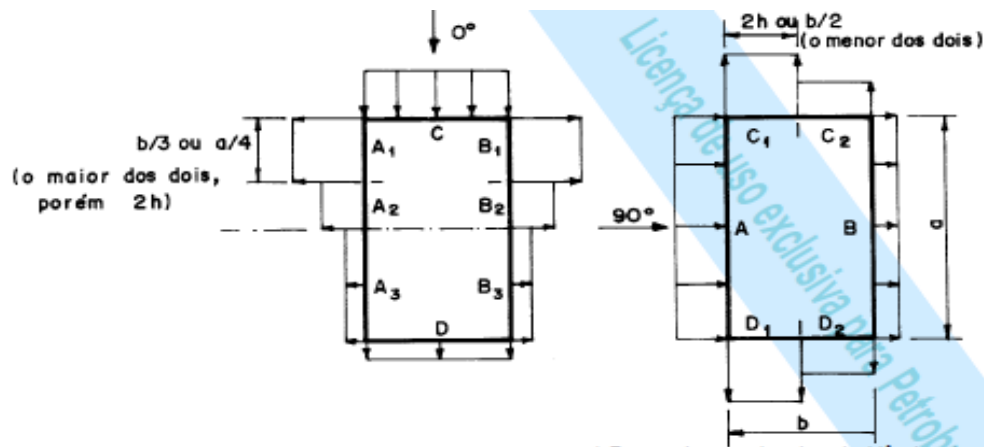
- Laterais e Frente

Relação altura/largura: $\frac{h}{b} = \frac{6,5}{12} = 0,5 < \frac{1}{2}$

Relação comprimento/largura: $\frac{a}{b} = \frac{30}{12} = 2 \quad 2 \leq 2 < 4$

Tabela 4 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para paredes de edificações de planta retangular

Altura relativa		Valores de C_{pe} para								C_{pe} médio 
		$\alpha = 0^\circ$				$\alpha = 90^\circ$				
		A_1 e B_1	A_2 e B_2	C	D	A	B	C_1 e D_1	C_2 e D_2	
	$1 \leq \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$	- 0,8	- 0,5	+ 0,7	- 0,4	+ 0,7	- 0,4	- 0,8	- 0,4	- 0,9
0,2 b ou h (o menor dos dois) $\frac{h}{b} \leq \frac{1}{2}$	$2 \leq \frac{a}{b} \leq 4$	- 0,8	- 0,4	+ 0,7	- 0,3	+ 0,7	- 0,5	- 0,9	- 0,5	- 1,0
	$1 \leq \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$	- 0,9	- 0,5	+ 0,7	- 0,5	+ 0,7	- 0,5	- 0,9	- 0,5	- 1,1
$\frac{1}{2} < \frac{h}{b} \leq \frac{3}{2}$	$2 \leq \frac{a}{b} \leq 4$	- 0,9	- 0,4	+ 0,7	- 0,3	+ 0,7	- 0,6	- 0,9	- 0,5	- 1,1
	$1 \leq \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$	- 1,0	- 0,6	+ 0,8	- 0,6	+ 0,8	- 0,6	- 1,0	- 0,6	- 1,2
$\frac{3}{2} < \frac{h}{b} \leq 6$	$2 \leq \frac{a}{b} \leq 4$	- 1,0	- 0,5	+ 0,8	- 0,3	+ 0,8	- 0,6	- 1,0	- 0,6	- 1,2



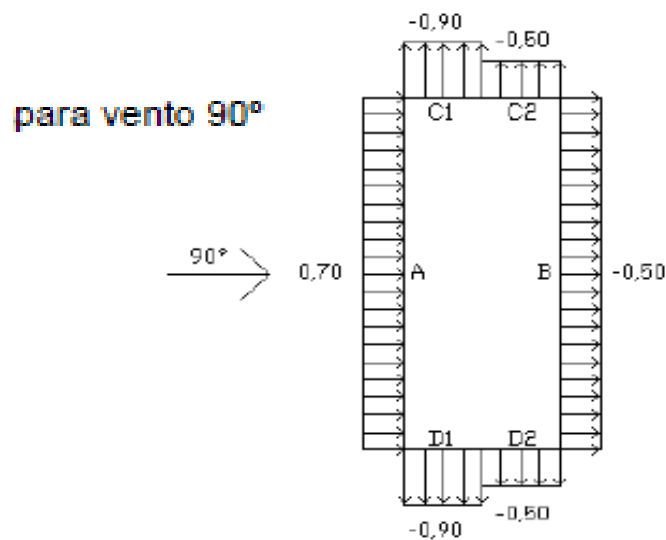
O comprimento de A1 e B1 segue a condição:

$$\frac{b}{3} = \frac{15}{3} = 5m$$

$$\frac{a}{4} = \frac{30}{4} = 7,5m$$

$$2xh = 10m$$

Utiliza-se o maior valor entre a primeira e segunda condição. Caso este valor for maior que a 3ª condição, usa-se a 3ª. A1 e B1=7,5m.



O comprimento de C1 e D1 segue a condição:

$$2h = 2 \times 5 = 10m$$

$$\frac{b}{2} = \frac{15}{2} = 7,5m$$

Utiliza-se o menor valor entre a primeira e segunda condição. C1 e D1=7,5m.

Os coeficientes externos de pressão médio é: $h = 5m$.

$$0,2 \times b = 0,2 \times 15 = 3m$$

Utiliza-se o menor valor entre as condições superiores = 3m.





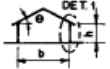
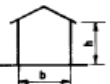

- Telhado:

Os Coeficientes de pressão externos telhado (C_{pe}):

Sabe-se que a inclinação do telhado é de 11°

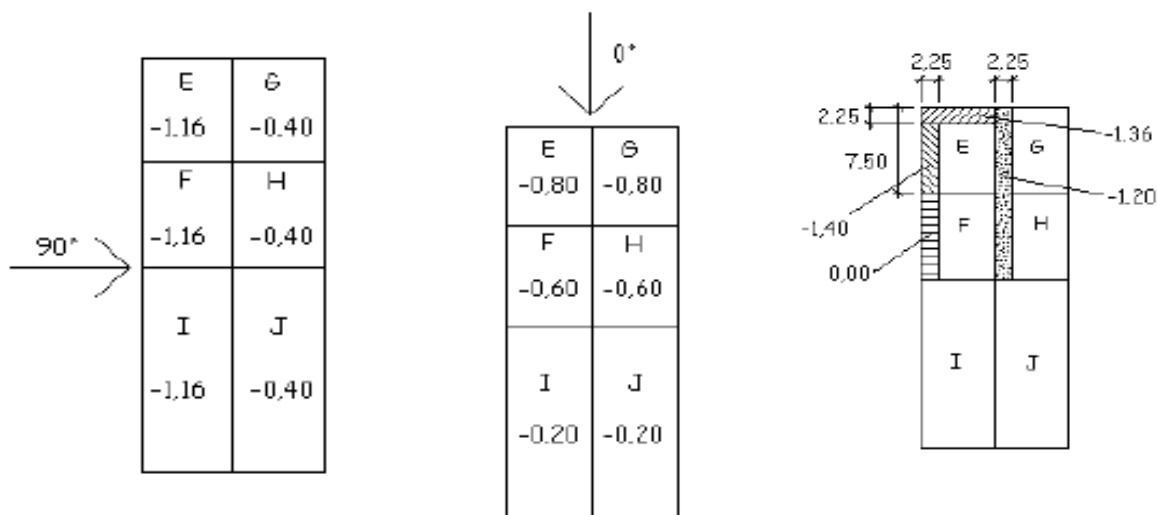
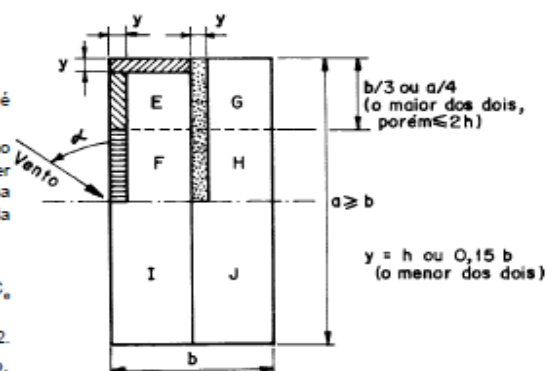
$$\frac{h}{b} = \frac{5}{15} = 0,3 < \frac{1}{2}$$

Tabela 5 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para telhados com duas águas, simétricos, em edificações de planta retangular

Altura relativa	θ	Valores de C_e para				c_{pe} médio			
		$\alpha = 90^\circ$ (A)		$\alpha = 0^\circ$					
		EF	GH	EG	FH				
	0°	-0,8	-0,4	-0,8	-0,4	-2,0	-2,0	-2,0	--
	5°	-0,9	-0,4	-0,8	-0,4	-1,4	-1,2	-1,2	-1,0
	10°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4	-1,4		-1,2
	15°	-1,0	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4	-1,2		-1,2
	20°	-0,4	-0,4	-0,7	-0,6	-1,0			-1,2
	30°	0	-0,4	-0,7	-0,6	-0,8			-1,1
	45°	+0,3	-0,5	-0,7	-0,6				-1,1
60°	+0,7	-0,6	-0,7	-0,6				-1,1	
	0°	-0,8	-0,6	-1,0	-0,6	-2,0	-2,0	-2,0	--
	5°	-0,9	-0,6	-0,9	-0,6	-2,0	-2,0	-1,5	-1,0
	10°	-1,1	-0,6	-0,8	-0,6	-2,0	-2,0	-1,5	-1,2
	15°	-1,0	-0,6	-0,8	-0,6	-1,8	-1,5	-1,5	-1,2
	20°	-0,7	-0,5	-0,8	-0,6	-1,5	-1,5	-1,5	-1,0
	30°	-0,2	-0,5	-0,8	-0,8	-1,0			-1,0
	45°	+0,2	-0,5	-0,8	-0,8				
60°	+0,6	-0,5	-0,8	-0,8					
	0°	-0,8	-0,6	-0,9	-0,7	-2,0	-2,0	-2,0	--
	5°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-2,0	-2,0	-1,5	-1,0
	10°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-2,0	-2,0	-1,5	-1,2
	15°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-1,8	-1,8	-1,5	-1,2
	20°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-1,5	-1,5	-1,5	-1,2
	30°	-1,0	-0,5	-0,8	-0,7	-1,5			
	40°	-0,2	-0,5	-0,8	-0,7	-1,0			
	60°	+0,2	-0,5	-0,8	-0,7				
		+0,5	-0,5	-0,8	-0,7				



- Notas: a) O coeficiente de forma C_{fe} na face inferior do beiral é igual ao da parede correspondente.
- b) Nas zonas em torno de partes de edificações salientes ao telhado (chaminés, reservatórios, torres, etc.), deve ser considerado um coeficiente de forma $C_{fe} = 1,2$, até uma distância igual à metade da dimensão da diagonal da saliência vista em planta.
- c) Na cobertura de lanternins, c_{pe} médio = - 2,0.
- d) Para vento a 0° , nas partes I e J o coeficiente de forma C_{fe} tem os seguintes valores:
- $a/b = 1$: mesmo valor das partes F e H; $a/b \geq 2$: $C_{fe} = -0,2$. Interpolair linearmente para valores intermediários de a/b .

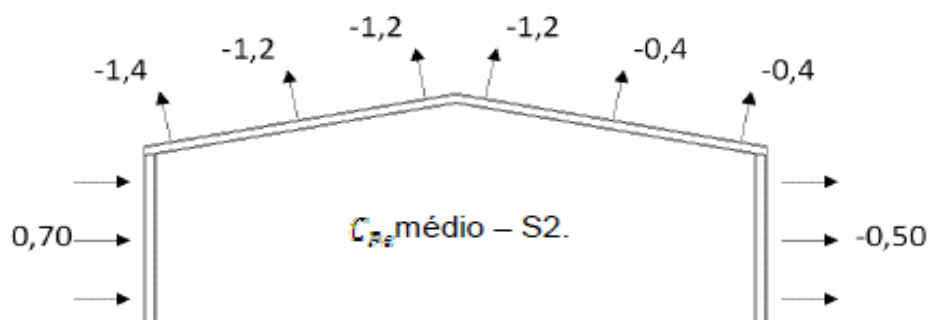
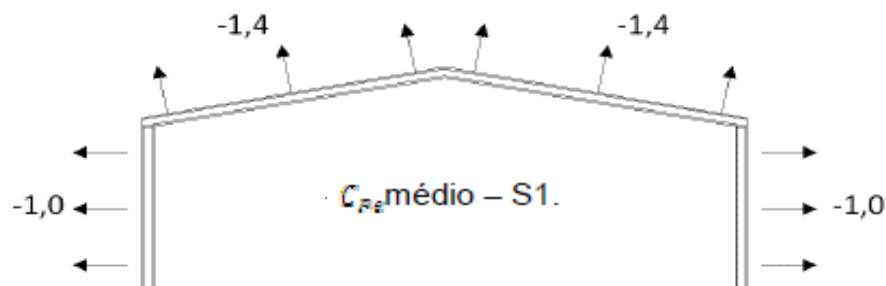


Cpi

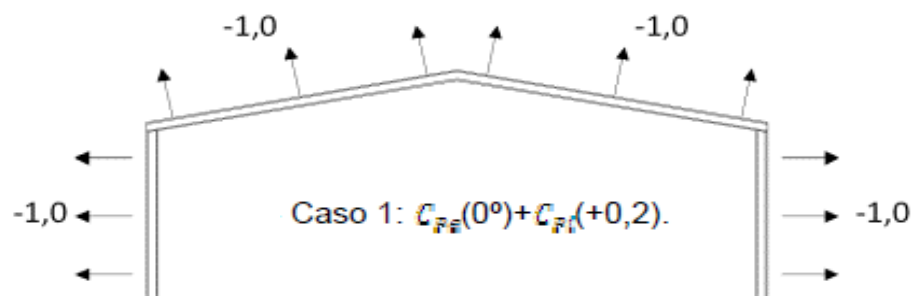
O Coeficiente de pressão interna (C_{pi}) considera que as paredes do pavilhão tenham duas faces igualmente permeáveis e duas faces igualmente impermeáveis.

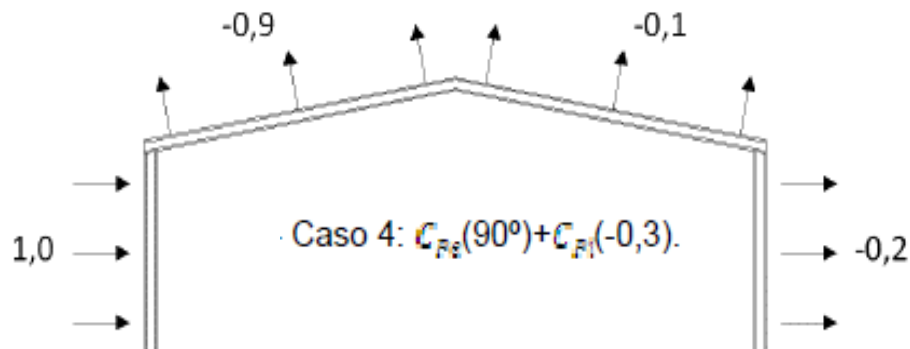
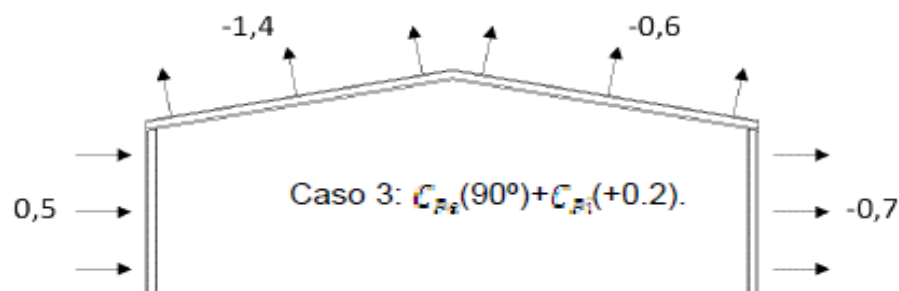
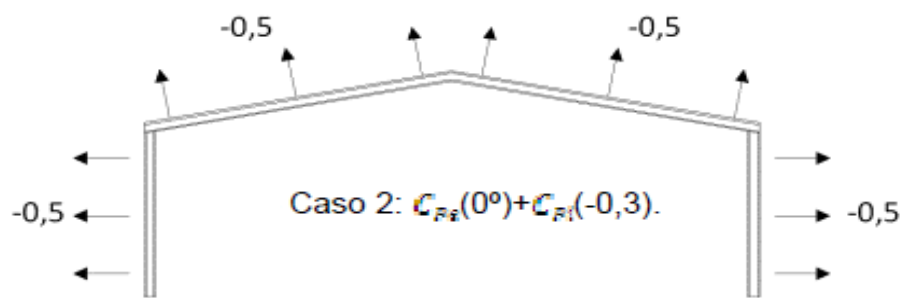
Coeficientes adotados: 0,2 e -0,3.

Combinações para telhas, terças e ancoragens:



Combinações para elementos da estrutura principal:





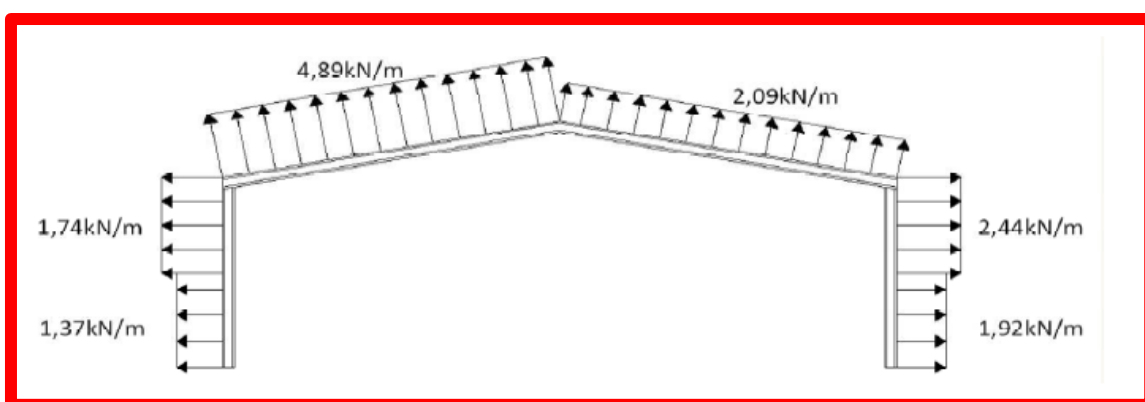
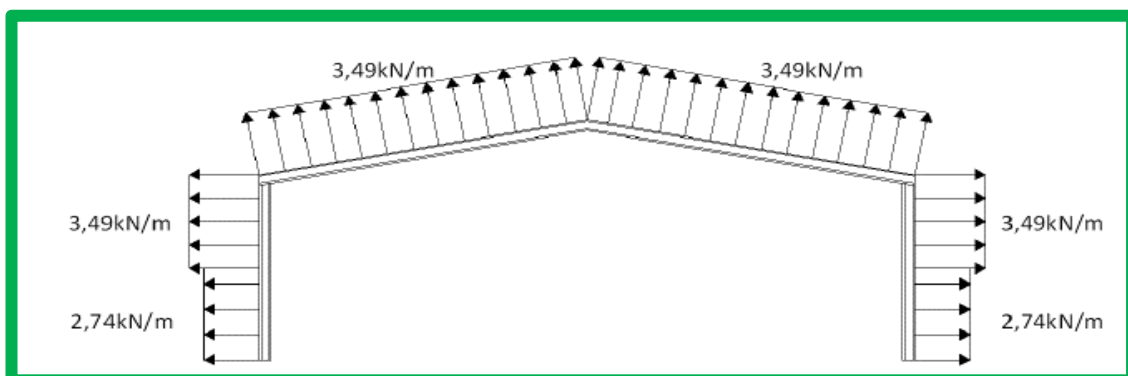
Valores para as cargas devidas ao vento:

$$q_{(2,5m)} = \frac{549,13N}{m^2} \text{ ou } 0,5491kN/m^2$$

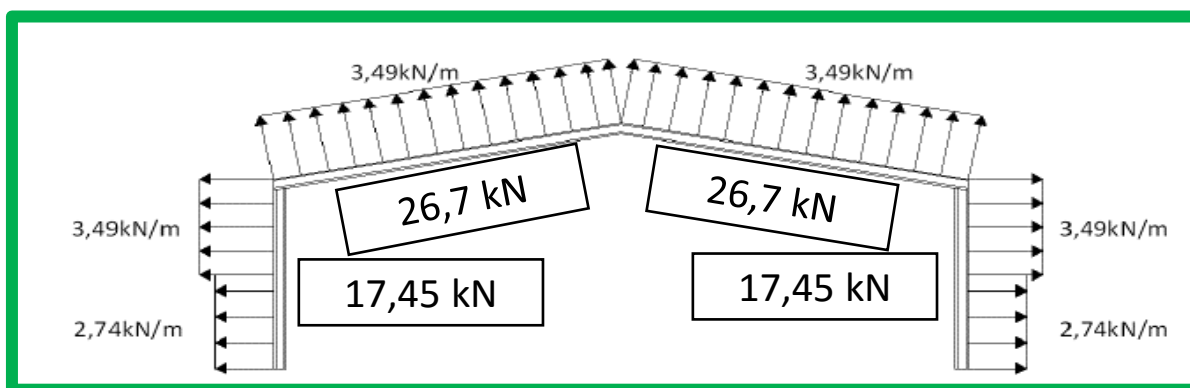
$$q_{(6,5m)} = 699,07N/m^2 \text{ ou } 0,6991kN/m^2$$

6. DEFINIÇÃO DAS CARGAS TOTAIS

Levando-se em conta todas as cargas calculadas e assumidas até o momento, chegam-se nos valores abaixo:



Selecionando a situação mais crítica (em verde), a carga resultante é:



7. SELEÇÃO DA VIGA

Com o auxílio da tabela abaixo, é possível encontrar, através dos dados encontrados neste projeto, uma viga que suporte todas as cargas previstas.

Designação	Área A	Altura d	Espessura da alma t_{alma}	Aba		Eixo $x-x$			Eixo $y-y$		
				Largura b_{aba}	Espessura t_{aba}	I	W	r	I	W	r
mm \times kg/m	mm ²	mm	mm	mm	mm	10 ⁶ mm ⁴	10 ³ mm ³	mm	10 ⁶ mm ⁴	10 ³ mm ³	mm
W200 \times 100	12.700	229	14,50	210,0	23,7	113	987	94,3	36,6	349	53,7
W200 \times 86	11.000	222	13,00	209,0	20,6	94,7	853	92,8	31,4	300	53,4
W200 \times 71	9.100	216	10,20	206,0	17,4	76,6	709	91,7	25,4	247	52,8
W200 \times 59	7.580	210	9,14	205,0	14,2	61,2	583	89,9	20,4	199	51,9
W200 \times 46	5.890	203	7,24	203,0	11,0	45,5	448	87,9	15,3	151	51,0
W200 \times 36	4.570	201	6,22	165,0	10,2	34,4	342	86,8	7,64	92,6	40,9
W200 \times 22	2.860	206	6,22	102,0	8,0	20,0	194	83,6	1,42	27,8	22,3
W150 \times 37	4.730	162	8,13	154,0	11,6	22,2	274	68,5	7,07	91,8	38,7
W150 \times 30	3.790	157	6,60	153,0	9,3	17,1	218	67,2	5,54	72,4	38,2
W150 \times 22	2.860	152	5,84	152,0	6,6	12,1	159	65,0	3,87	50,9	36,8
W150 \times 24	3.060	160	6,60	102,0	10,3	13,4	168	66,2	1,83	35,9	24,5
W150 \times 18	2.290	153	5,84	102,0	7,1	9,19	120	63,3	1,26	24,7	23,5
W150 \times 14	1.730	150	4,32	100,0	5,5	6,84	91,2	62,9	0,912	18,2	23,0

Assim, uma pré-escolha do material da viga é feita, considerando os dados abaixo:

AÇO 1040 LAMINADO A FRIO

TENSÃO ESCOAMENTO:

440,00 Mpa

FORÇA:

26.700,00 N

PERFIL \ 200 x 71

648,00 mm²

TENSÃO ADMISSÍVEL:

41,20 MPa

CS

5,00

TENSÃO NO AÇO:

206,02 MPa

Fazendo uma iteração com um aço disponível no mercado e presente na NBR8800, encontramos um perfil de viga com as seguintes especificações:

ABNT NBR 7007			ABNT NBR 6648			ABNT NBR 6649 / ABNT NBR 6650		
Aços-carbono e microligados para uso estrutural e geral			Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural			Chapas finas (a frio/a quente) de aço-carbono para uso estrutural		
Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa
MR 250	250	400-560	CG-26	255	410	CF-26	260/260	400/410
AR 350	350	450	CG-28	275	440	CF-28	280/280	440/440
AR 350 COR	350	485				CF-30	---/300	---/490
AR 415	415	520						

Aço carbono e microligados para uso estrutura e geral

Denominação: **MR 250**

Tensão escoamento: 250 MPa

Tensão ruptura: 560 MPa

Com isso, se chega a um novo coeficiente de segurança.

CS novo: **6,07**

8. CONCLUSÕES

- Galpão com sete colunas espaçadas em 5 metros uma das outras, assim como o número de pórticos no telhado.
- Para o selecionamento, escolheu-se a viga que apresentava o valor de esforços mais crítico, replicando para as outras vigas do galpão.
- Ao final, selecionou-se uma viga com perfil em I.

