

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 1

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS



**PROJETO DE
ESTRUTURAS
EM AÇO**



**PROJETO DE
ESTRUTURAS
EM AÇO**

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

PROJETO DE ESTRUTURAS EM AÇO



PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS



**PROJETO DE
ESTRUTURAS
EM AÇO**

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

**PROJETO DE
ESTRUTURAS
EM AÇO**



PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

**PROJETO DE
ESTRUTURAS
EM AÇO**

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

**PROJETO DE
ESTRUTURAS
EM AÇO**

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

**PROJETO DE
ESTRUTURAS
EM AÇO**

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

A photograph of an industrial facility, likely a water treatment plant, featuring several large blue cylindrical tanks. The tanks are interconnected by a complex network of steel pipes, valves, and structural supports. The scene is brightly lit, and the floor is a light blue color. A circular graphic overlay is present on the right side of the image, containing the text 'PROJETO DE ESTRUTURAS EM AÇO'.

**PROJETO DE
ESTRUTURAS
EM AÇO**

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

**PROJETO DE
ESTRUTURAS
EM AÇO**



PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

**PROJETO DE
ESTRUTURAS
EM AÇO**

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS



PROJETO DE ESTRUTURAS EM AÇO

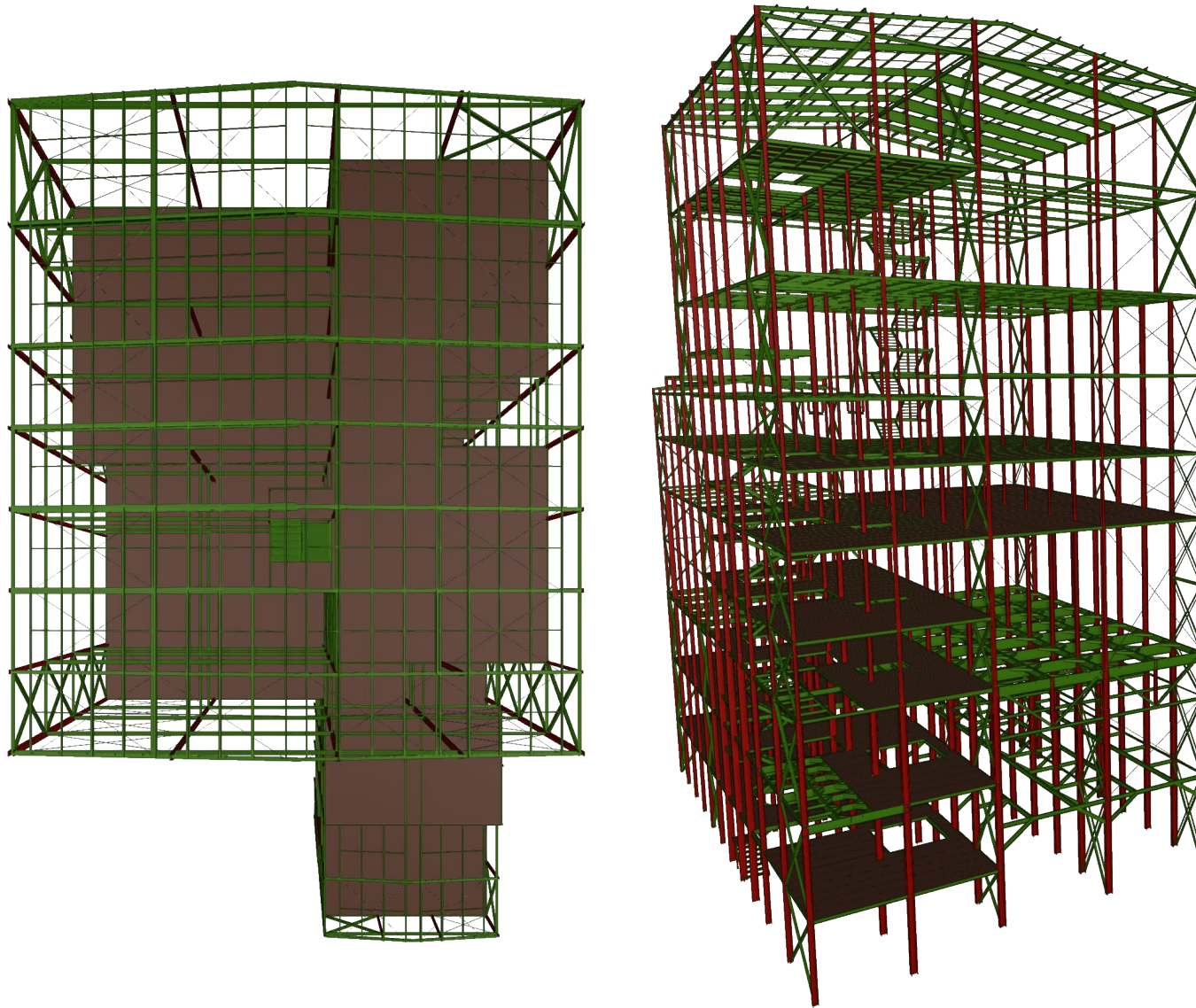
PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

**PROJETO DE
ESTRUTURAS
EM AÇO**





PROJETO DE ESTRUTURAS EM AÇO



**PROJETO DE
ESTRUTURAS
EM AÇO**

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 2

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

TIPOS DE AÇO USADO NO MERCADO

Tabela A.2 — Aços de uso freqüente especificados pela ASTM para uso estrutural

Classificação	Denominação	Produto	Grupo de perfil ^{a,b} ou faixa de espessura disponível	Grau	f_y MPa	f_u MPa
Aços-carbono	A36	Perfis	1, 2 e 3	-	250	400 a 550
		Chapas e barras ^c	$t \leq 200$ mm			
	A500	Perfis	4	A	230	310
Aços de baixa liga e alta resistência mecânica	A572	Perfis	1, 2 e 3	42	290	415
				50	345	450
				55	380	485
			1 e 2	60	415	520
				65	450	550
				Chapas e barras ^{c)}	$t \leq 150$ mm	42
		$t \leq 100$ mm	50		345	450
		$t \leq 50$ mm	55		380	485
	$t \leq 31,5$ mm	60	415		520	
	A992 ^d	Perfis	1, 2 e 3	-	345 a 450	450
				-	345	485
	Aços de baixa liga e alta resistência mecânica resistentes à corrosão atmosférica	A242	Perfis	1	-	345
2				-	315	460
3				-	290	435
Chapas e barras ^{c)}			$t \leq 19$ mm	-	345	480
			$19 \text{ mm} < t \leq 37,5$ mm	-	315	460
			$37,5 \text{ mm} < t \leq 100$ mm	-	290	435
A588		Chapas e barras ^{c)}	1 e 2	-	345	485
			$t \leq 100$ mm	-	345	480
			$100 \text{ mm} < t \leq 125$ mm	-	315	460
A913	Perfis	1 e 2	50	345	450	
			60	415	520	
			65	450	550	

^a Grupos de perfis laminados para efeito de propriedades mecânicas:

- Grupo 1: Perfis com espessura de mesa inferior ou igual a 37,5 mm;
- Grupo 2: Perfis com espessura de mesa superior a 37,5 mm e inferior ou igual a 50 mm;
- Grupo 3: Perfis com espessura de mesa superior a 50 mm;
- Grupo 4: Perfis tubulares.

^b t corresponde à menor dimensão ou ao diâmetro da seção transversal da barra.

^c Barras redondas, quadradas e chatas.

^d A relação f_u/f_y não pode ser inferior a 1,18.

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 3

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

TIPOS DE PERFIS ESTRUTURAIS



PERFIL W



PERFIL DUPLO T



Z DOBRADO SIMPLES



PERFIL U



PERFIL DUPLO T ABAS DIFERENTES



U ENRIJECIDO



PERFIL T



VIGA CAIXÃO



CANTONEIRA



TUBO REDONDO



CHAPA



BARRA REDONDA

PROJETISTA DE

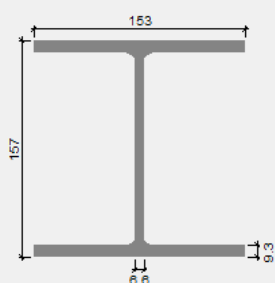
ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 4

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

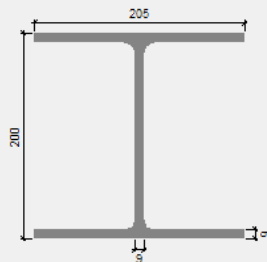
NOMENCLATURA EM PERFIS

PERFIL W (H)



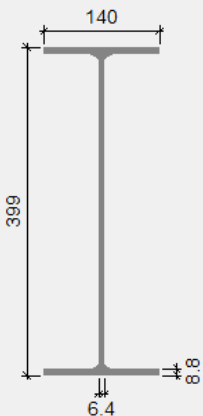
Altura total:	157.0 mm
Largura do banzo:	153.0 mm
Espessura da alma:	6.6 mm
Espessura da mesa:	9.3 mm
Raio de concordância entre banzo e alma:	6.0 mm
Área:	38.49 cm ²
Inércia à flexão I _{yy} :	1743.76 cm ⁴
Módulo plástico Z _{yy} :	243.86 cm ³
Inércia à flexão I _{zz} :	554.49 cm ⁴
Módulo plástico Z _{zz} :	110.50 cm ³
Inércia à torção:	10.16 cm ⁴
Coefficiente de empenamento:	30294.68 cm ⁶

PERFIL HP



Altura total:	200.0 mm
Largura do banzo:	205.0 mm
Espessura da alma:	9.0 mm
Espessura da mesa:	9.0 mm
Raio de concordância entre banzo e alma:	10.0 mm
Área:	54.10 cm ²
Inércia à flexão I _{yy} :	3888.00 cm ⁴
Módulo plástico Z _{yy} :	434.50 cm ³
Inércia à flexão I _{zz} :	1294.00 cm ⁴
Módulo plástico Z _{zz} :	193.40 cm ³
Inércia à torção:	16.35 cm ⁴
Coefficiente de empenamento:	117900.00 cm ⁶

PERFIL W



Altura total:	399.0 mm
Largura do banzo:	140.0 mm
Espessura da alma:	6.4 mm
Espessura da mesa:	8.8 mm
Raio de concordância entre banzo e alma:	10.0 mm
Área:	49.47 cm ²
Inércia à flexão I _{yy} :	12494.13 cm ⁴
Módulo plástico Z _{yy} :	729.65 cm ³
Inércia à flexão I _{zz} :	403.08 cm ⁴
Módulo plástico Z _{zz} :	90.61 cm ³
Inércia à torção:	11.27 cm ⁴
Coefficiente de empenamento:	153507.02 cm ⁶

Acindar	Importar	Perfil
Açominas	<input type="checkbox"/>	HP
Ahmsa	<input type="checkbox"/>	I
Aisc.Lrfd (mks)	<input type="checkbox"/>	W
Aisc.Lrfd (us)	<input type="checkbox"/>	
ArcelorMittal		
Gama de perfis europeus		
Arval by ArcelorMittal		
Canada		
Critac		
Csg		
Gerdau		
Gost		
Imca		
Indian standard		
Korean Standard		
Nbe-ea95		
SAISC		
Tabelas Técnicas		
TecnoMetal (bra)		
TecnoMetal (esp)		
TecnoMetal (ita)		
Ukprofiles		
Usilight		

Perfil W(h) – Perfil com dimensões de altura e largura bem próximas, alma espessura menor que da mesa

Perfil W – mesas afastadas do centro alma espessura menor que da mesa

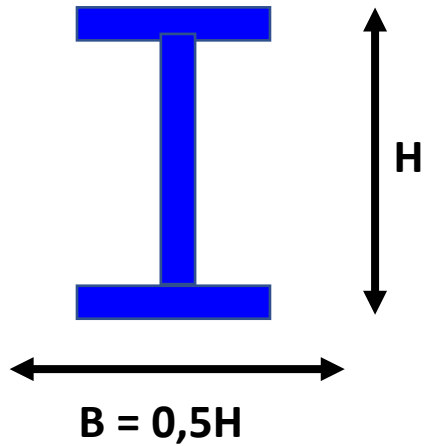
Perfil HP– Perfil com dimensões de altura e largura bem próximas, Espessura alma e mesas iguais

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

SÉRIE DE PERFIS

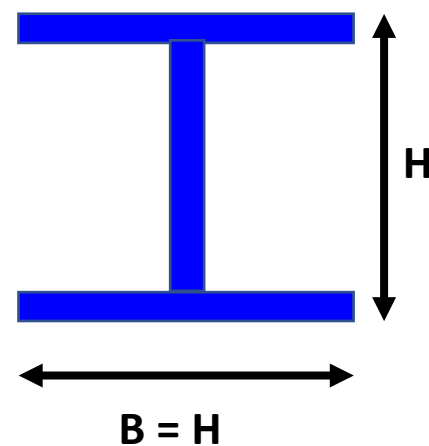
SÉRIE VS

Série VS – Viga soldada



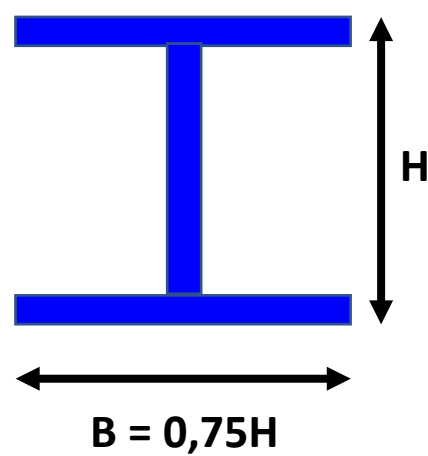
SÉRIE CS

Série CS – Coluna soldada



SÉRIE CVS

Série CVS – Coluna viga soldada



PROJETISTA DE

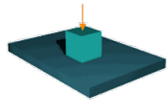
ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 5

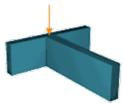
PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

TIPOS DE CARREGAMENTO

CARGAS CONCENTRADAS



Um objeto sobre uma laje

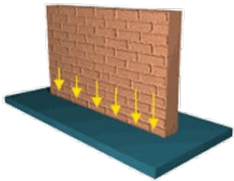


A reação de uma viga apoiada sobre outra.

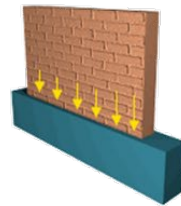


A ação do pilar sobre a fundação

CARGAS DISTRIBUIDA LINEARMENTE



Parede sobre laje



Parede sobre viga

CARGAS DISTRIBUIDA SUPERFICIALMENTE



Revestimento de piso



Uma pilha de cimento sobre laje

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 6

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

TIPOS DE REAÇÕES E GRAU DE LIBERDADE

RX

RY

RZ

UX

UY

UZ

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 7

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

NORMAS TÉCNICAS

<https://www.abntcatalogo.com.br>

NBR 8800

Ações e segurança nas estruturas - Procedimento

Custo de aquisição: R\$ 435,75

NBR 14323

Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio

Custo de aquisição: R\$ 251,10

NBR 14762

Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio

Custo de aquisição: R\$ 309,40

NBR 6123

Forças devidas ao vento em edificações

Custo de aquisição: R\$ 251,10

NBR 8681

Ações e segurança nas estruturas - Procedimento

Custo de aquisição: R\$ 121,50

PROJETISTA DE

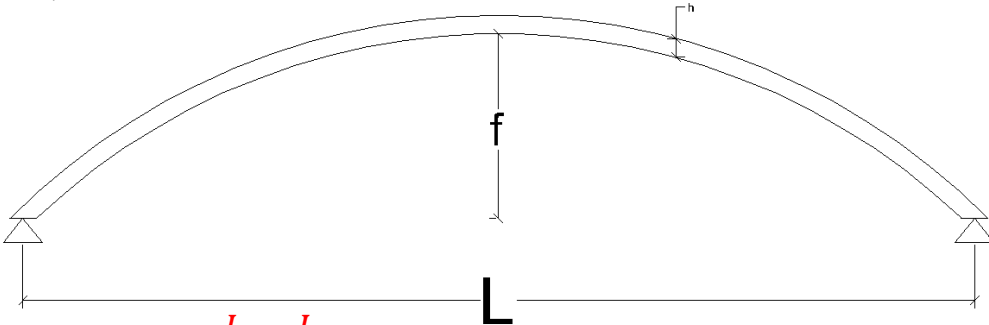
ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 8

PRÉ DIMENSIONAMENTO

ESTRUTURAS EM ARCO

É POSSÍVEL VENCER VÃOS PRÓXIMO DE ATÉ 300M

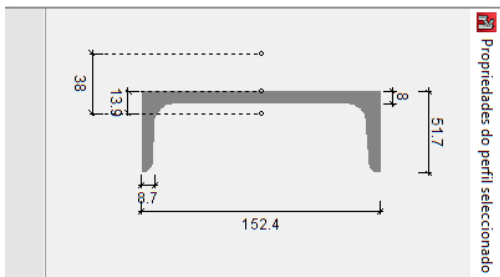


FLECHA $f = \frac{L}{10}$ a $\frac{L}{5}$ = Ou seja de 10 a 20% de L

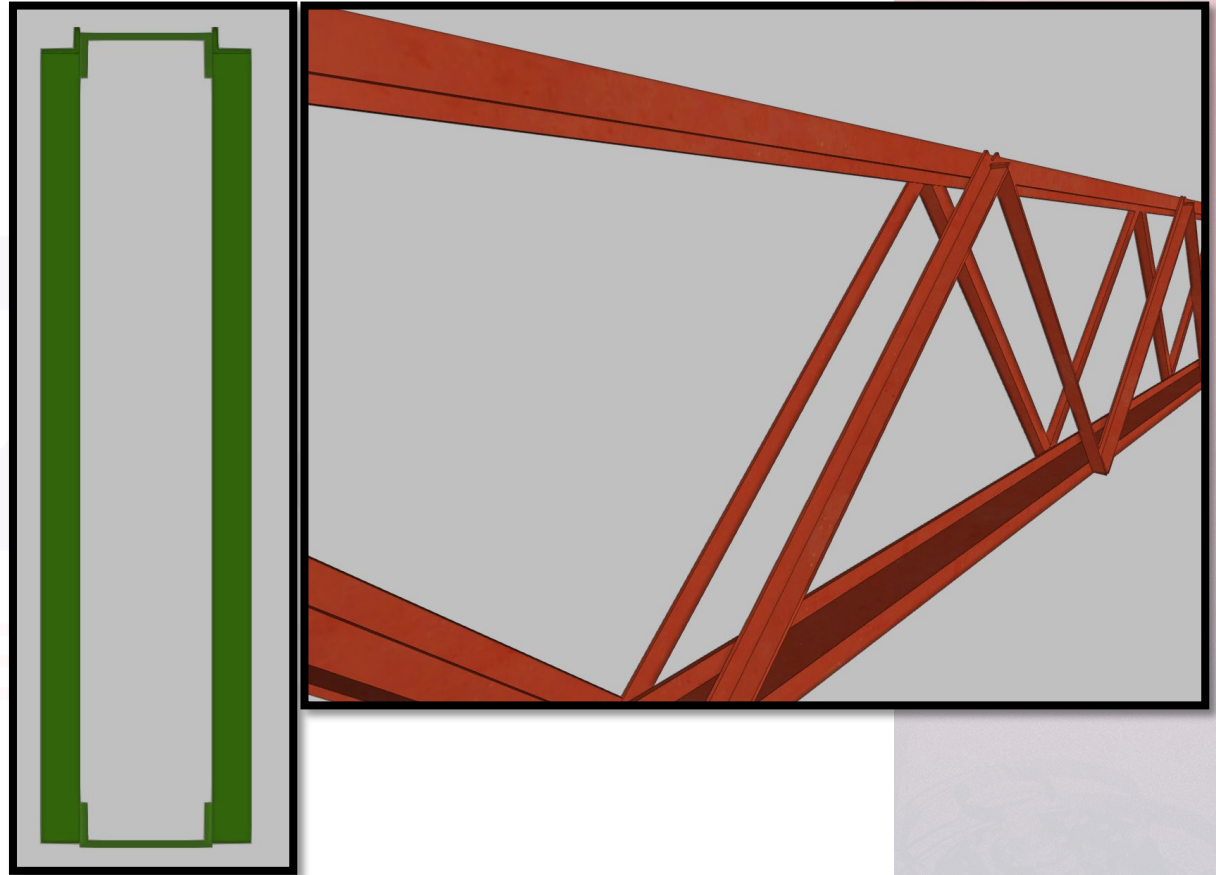
h = ALTURA DA TRELIÇA: $0,02 * L$

L = VÃO DA TRELIÇA :DEFINIDO CONFORME NECESSIDADE DO PROJETO

b = LARGURA DA TRELIÇA : $\frac{h}{10}$ a $\frac{h}{5}$ = Ou seja de 10 a 20% de h



EVITE USAR PERFIS I E H EM ESTRUTURAS EM ARCO TRELIÇADA



PROJETISTA DE

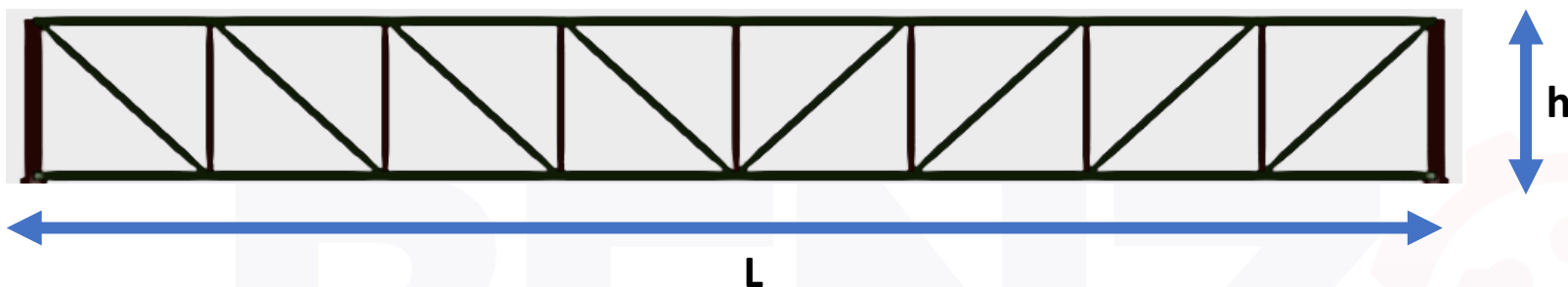
ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 9

PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

TRELIÇAS

ALTURA DO VÃO

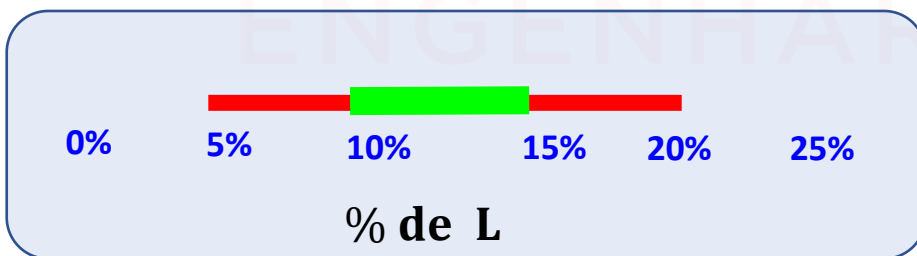


$$h = \frac{L}{7} \text{ a } \frac{L}{10} = \text{Ou seja de 10 a 14,3 \% de } L$$

Zona mais econômica

$$h = \frac{L}{5} \text{ a } \frac{L}{15} = \text{Ou seja de 6,6 a 9,9\% e de 14,31 a 20\% de } L$$

Zona menos econômica



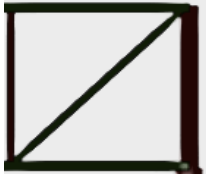
Zona mais econômica

Zona menos econômica

PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

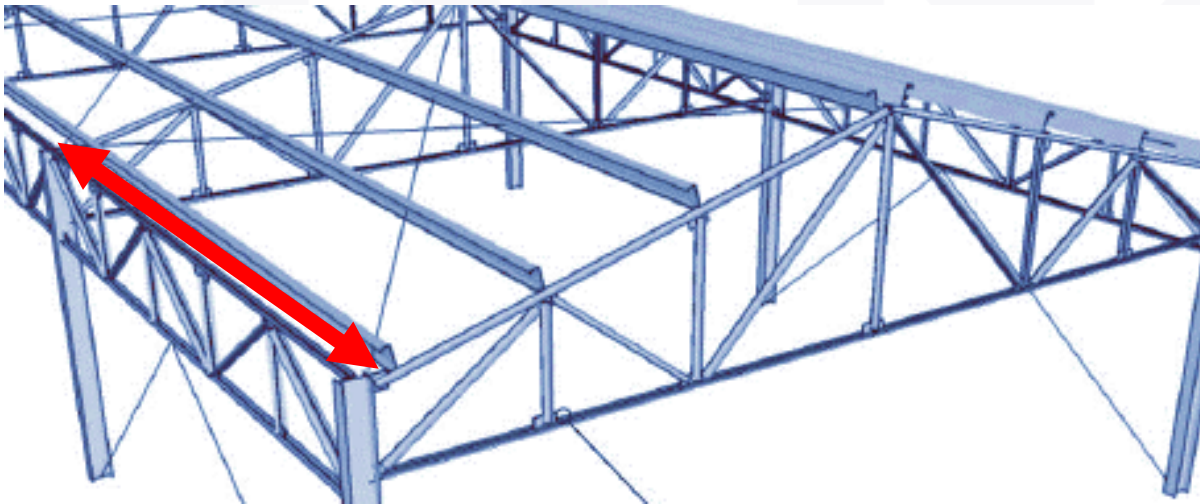
TRELIÇAS

➡ ANGULO DE INCLINAÇÃO DAS DIAGONAIS



Use ângulos entre 30° e 60° - IDEAL:
 45°

➡ ESPAÇAMENTO ENTRE PÓRTICOS Use espaçamento entre 5 e 6m

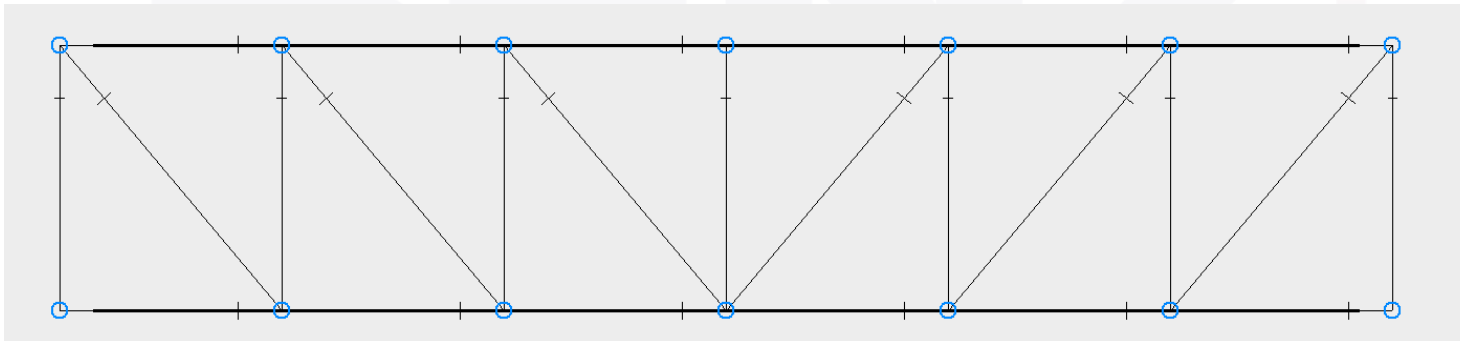


PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

TRELIÇAS

TIPO DE NÓ

- Treliças trabalham sobre compressão e tração, ao usar nós articulados você elimina a transferência de momentos nos NÓS
- Na prática um nó de uma treliça não é 100% articulado, para esse tipo de treliça ocorrem pequenas transferências de momentos.



PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

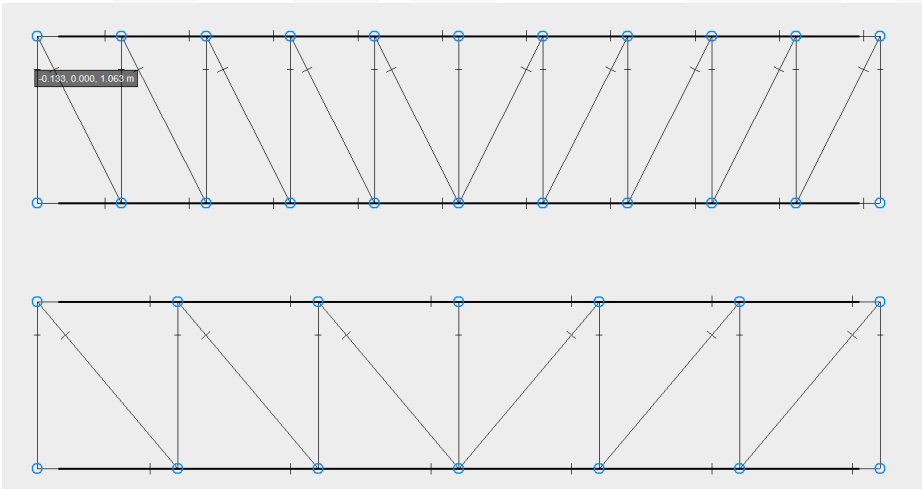
TRELIÇAS

INCLINAÇÃO DE BARRAS



Ao inclinar as diagonais lembre-se que quanto maior o ângulo, **maior o peso da treliça**

Observe a quantidade de barras entre as duas treliças



Use ângulos entre 30° e 60° - **IDEAL: 45°**

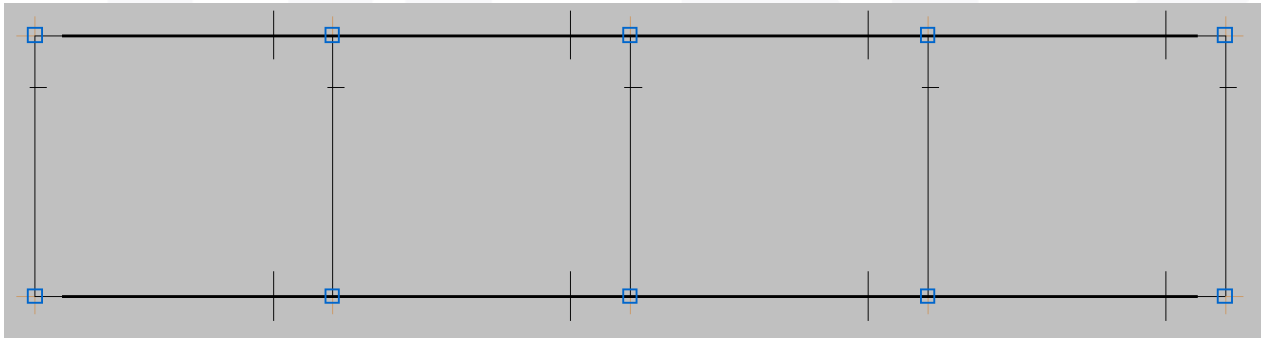
PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

TRELIÇAS

TIPO DE NÓ

- Se você usar nós engastados você não precisa mais das diagonais, desde que o nó tenha rigidez suficiente para não deformar o quadrado, ou seja transforma-lo em losango

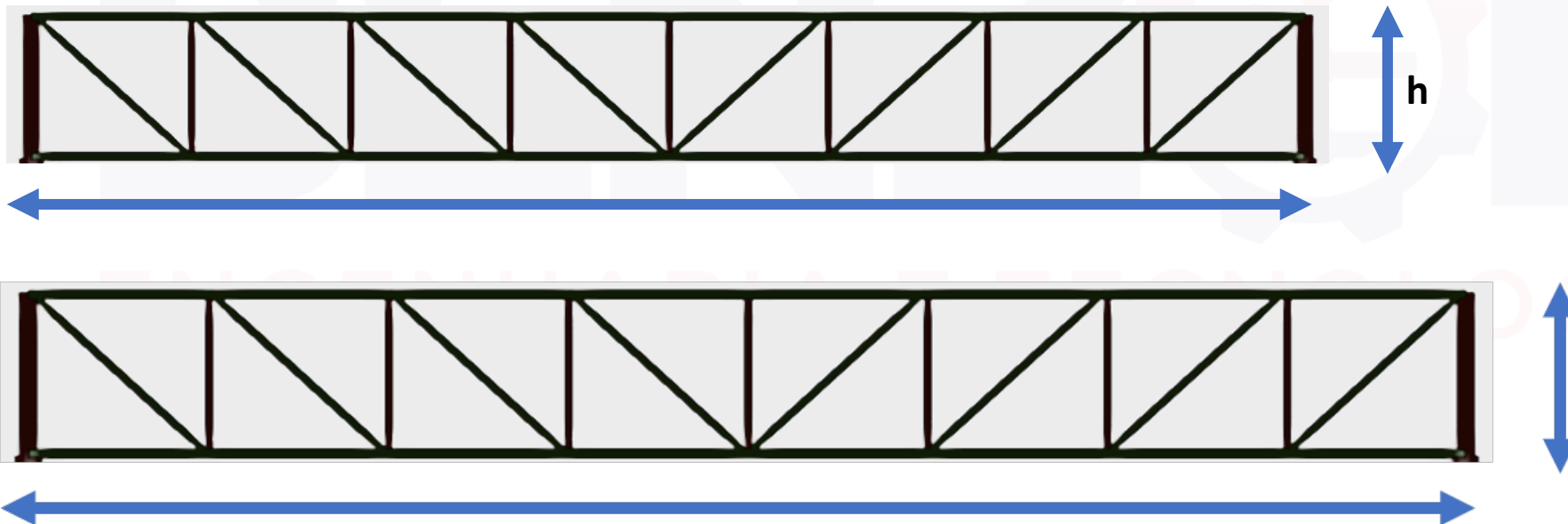
VIGA Vierendeel



👉 ALTURA DA TRELIÇA



Quanto mais alta for a treliça, menor será os esforços nas barras, em contra partida elas serão mais longa se você quiser mantê-la dentro da zona econômica



PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

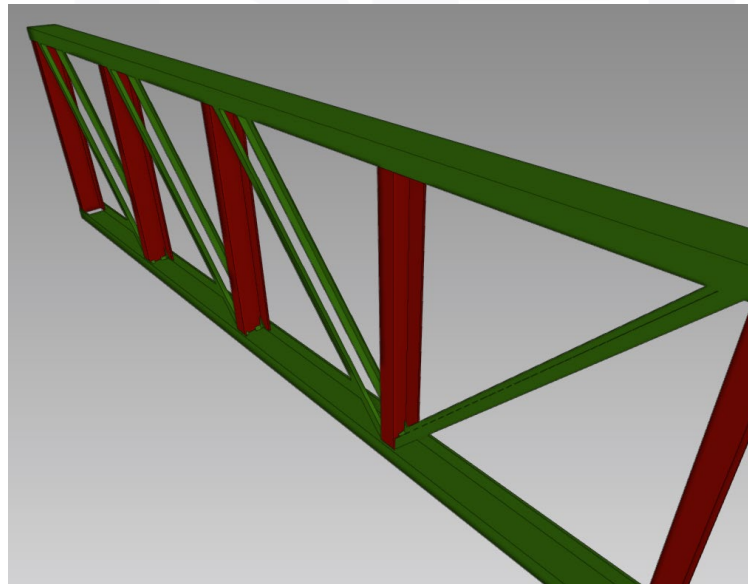
TRELIÇAS



O fator econômico nem sempre é o critério decisivo, uma limitação espacial ou questões estéticas podem forçar outras decisões



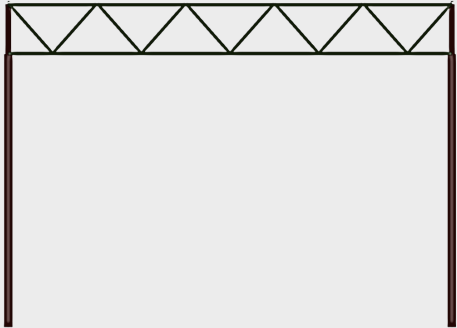
Use perfis I ou H para grandes vãos e carregamentos, ou cantoneira dupla ou U



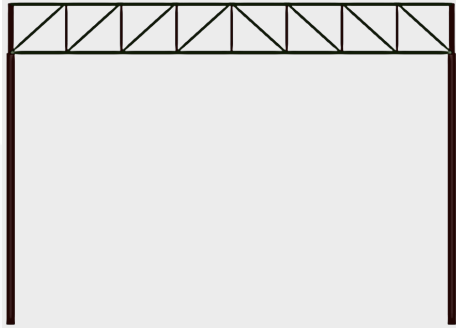
PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

TRELIÇAS

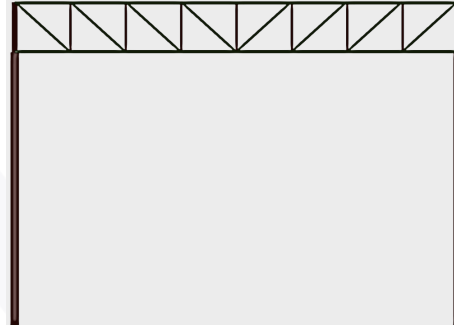
TIPO 1



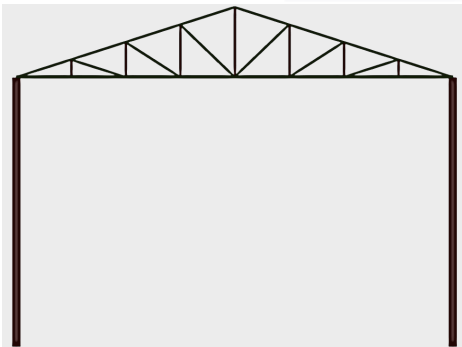
TIPO 1



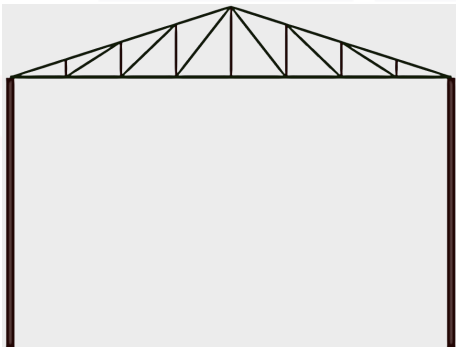
TIPO 2



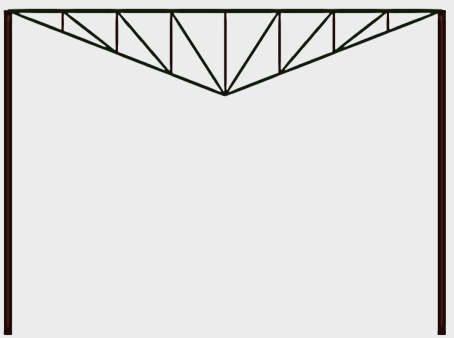
TIPO 4



TIPO 5



TIPO 6



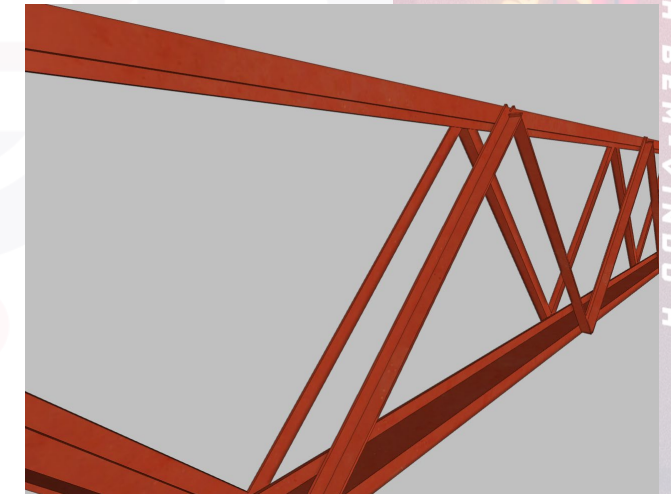
É POSSÍVEL VENCER VÃOS PRÓXIMO DE ATÉ **10 A 100M**



TRELIÇA: INDICADO PARA VÃO > 10M



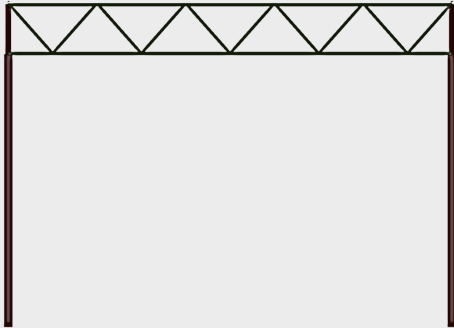
PERFIS: USE U, CANTONEIRA DUPLA



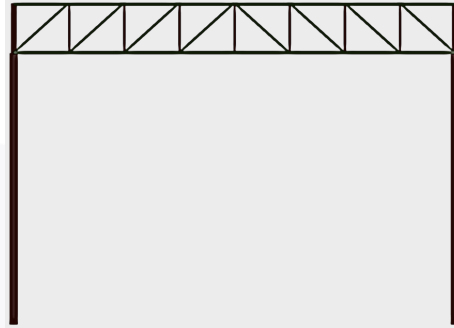
PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

TRELIÇAS

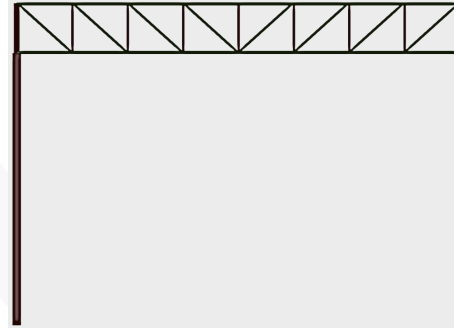
TIPO 1



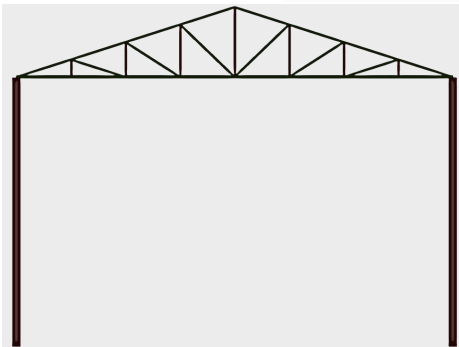
TIPO 2



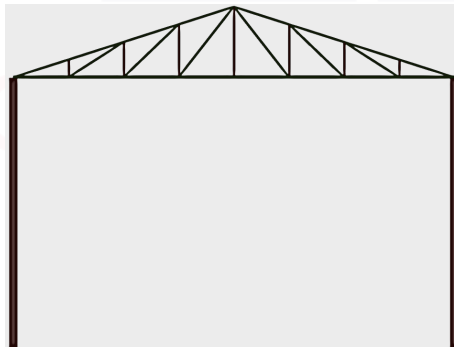
TIPO 3



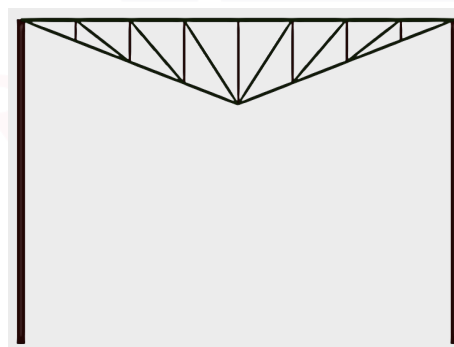
TIPO 4



TIPO 5



TIPO 6



**SIMULANDO
NO CYPE3D**

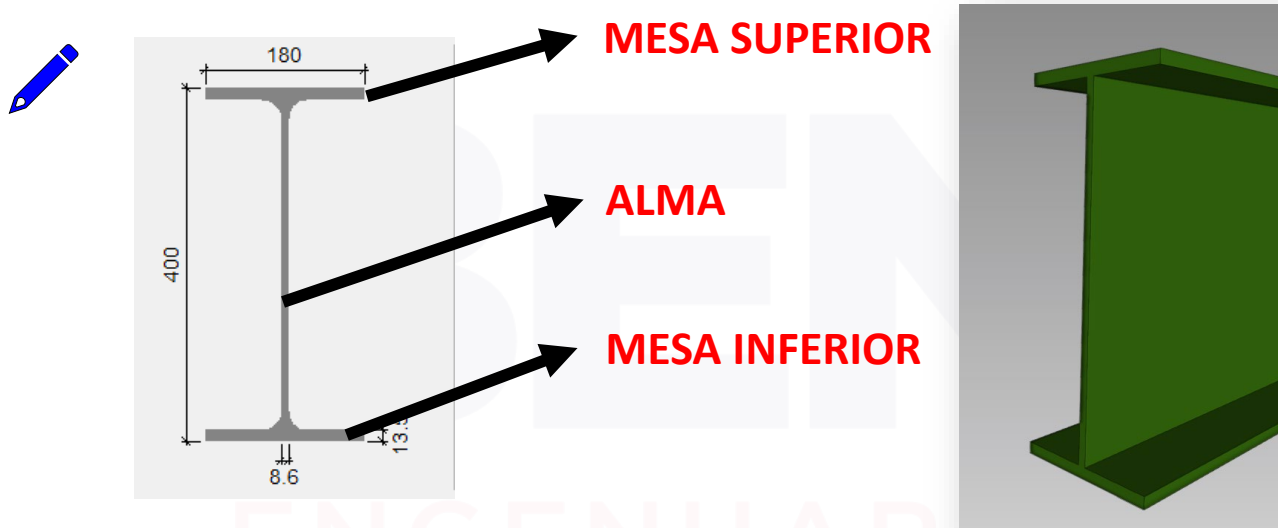
PROJETISTA DE ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 10

PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

PERFIS ALMA CHEIA

PROPRIEDADES



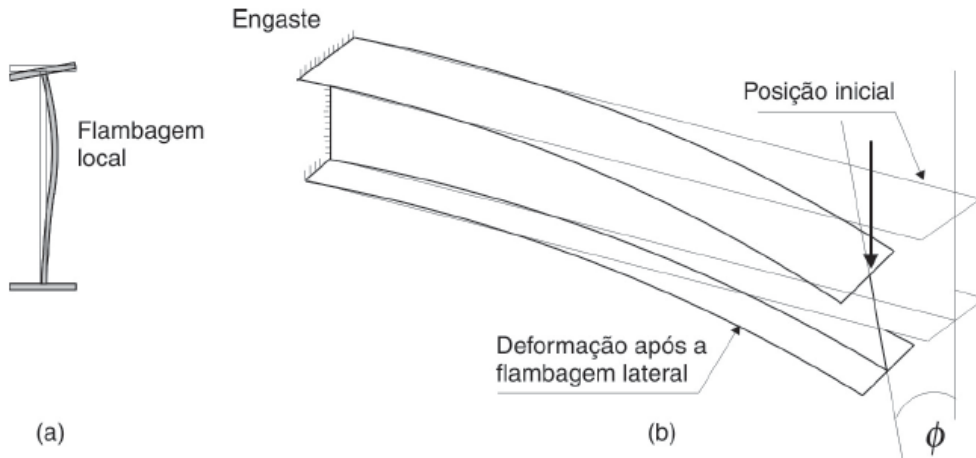
VÃOS

- 1 - Recomendado para vãos até 10M
- 2 - Nada impede usar vão maiores, tudo é questão de estudo do caso

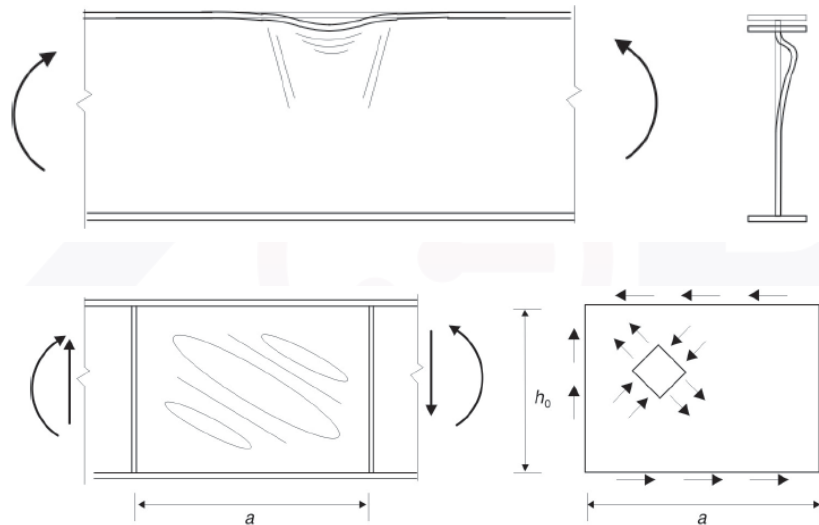
PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

PERFIS ALMA CHEIA

FLAMBAGEM LATERAL



FLAMBAGEM LOCALIZADA

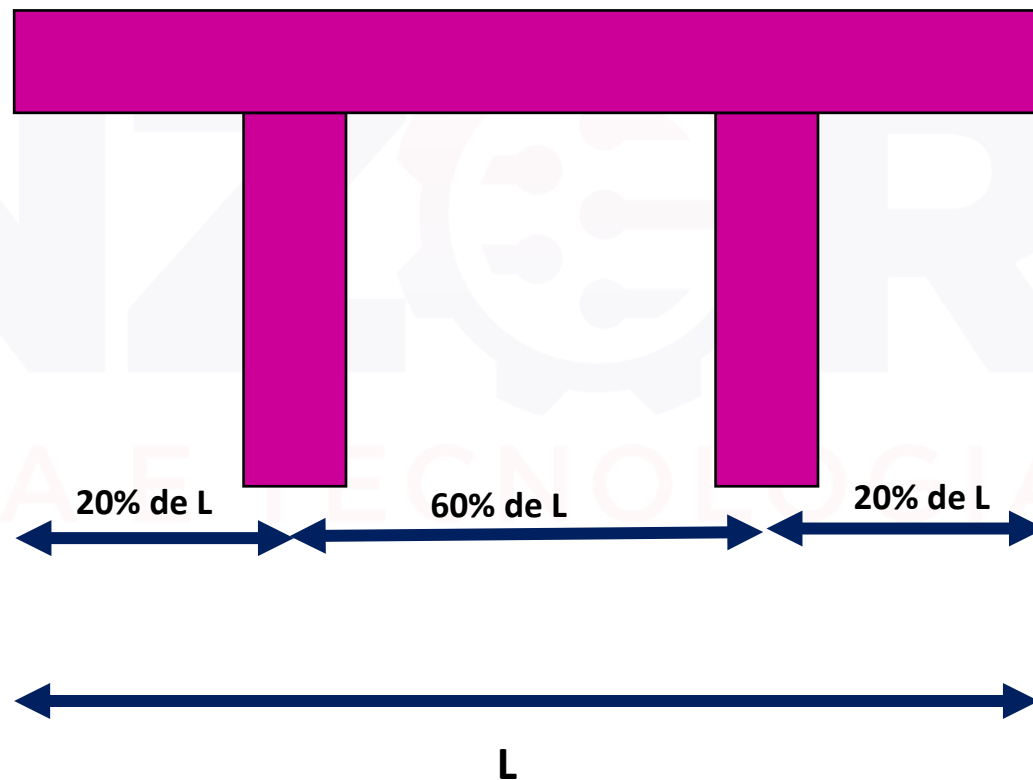
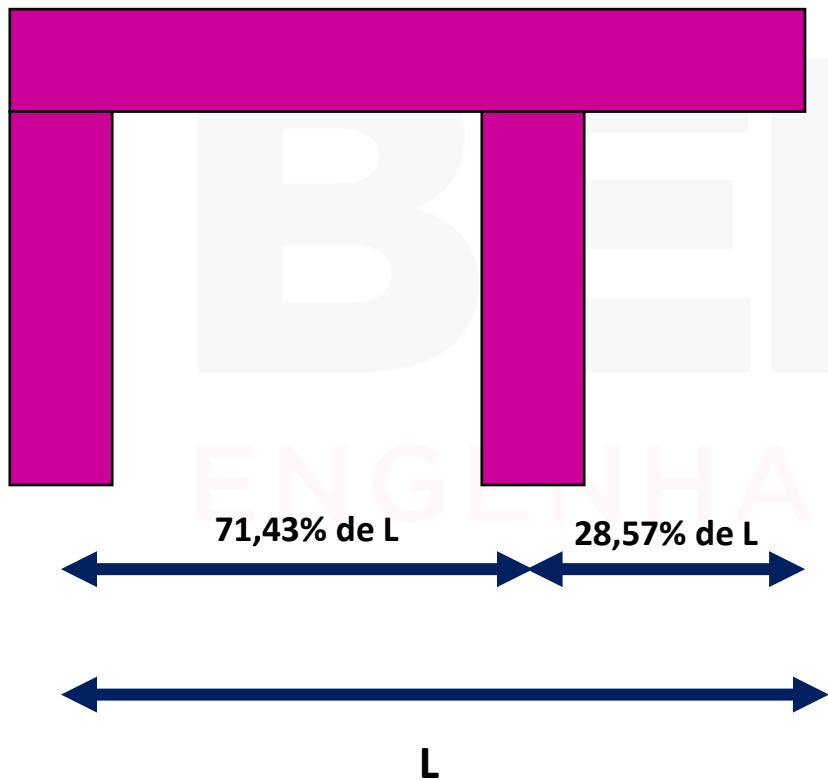


Os tipos de de seções transversais mais adequados para o trabalho à flexão são aqueles com maior inércia no plano de flexão, isto é, com áreas mais afastadas o eixo neutro

PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

PERFIS ALMA CHEIA

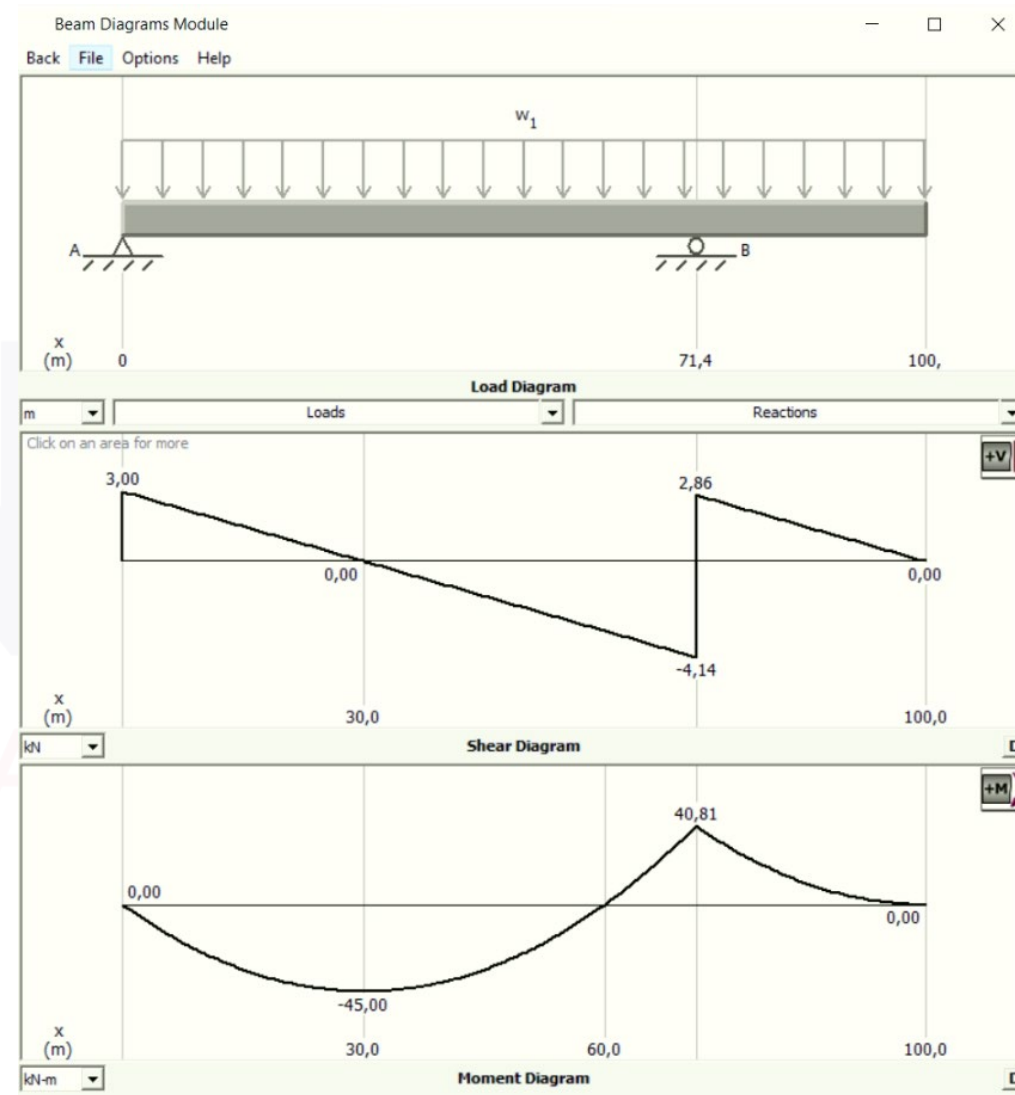
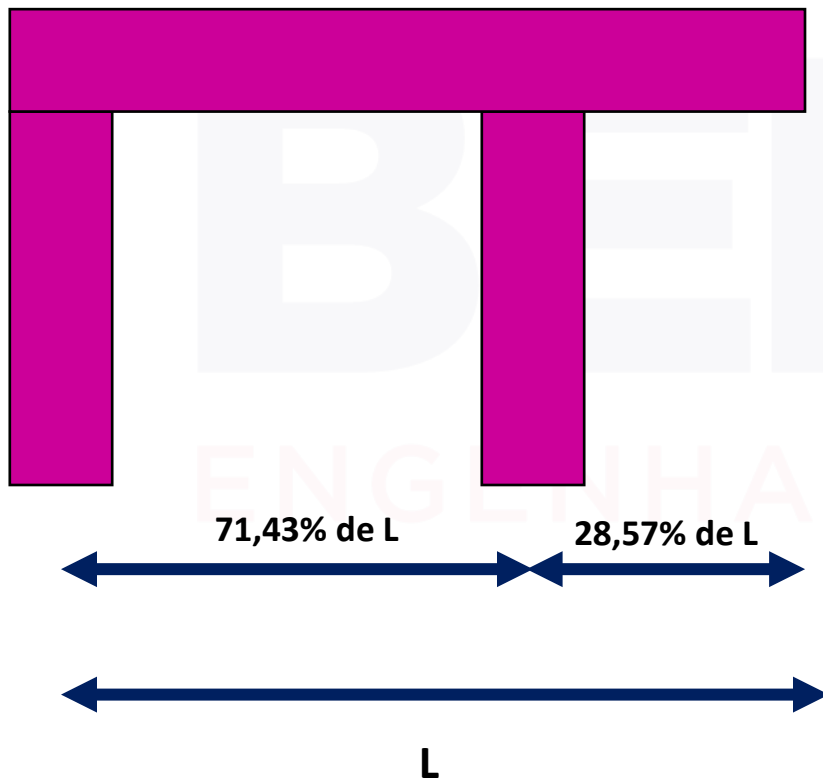
👉 USO DE BALANÇO COMO ALIADOS



PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

PERFIS ALMA CHEIA

👉 USO DE BALANÇO COMO ALIADOS

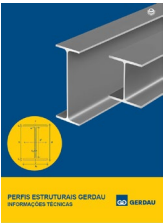


PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

PERFIS ALMA CHEIA

PERFIS DE ALMA CHEIA

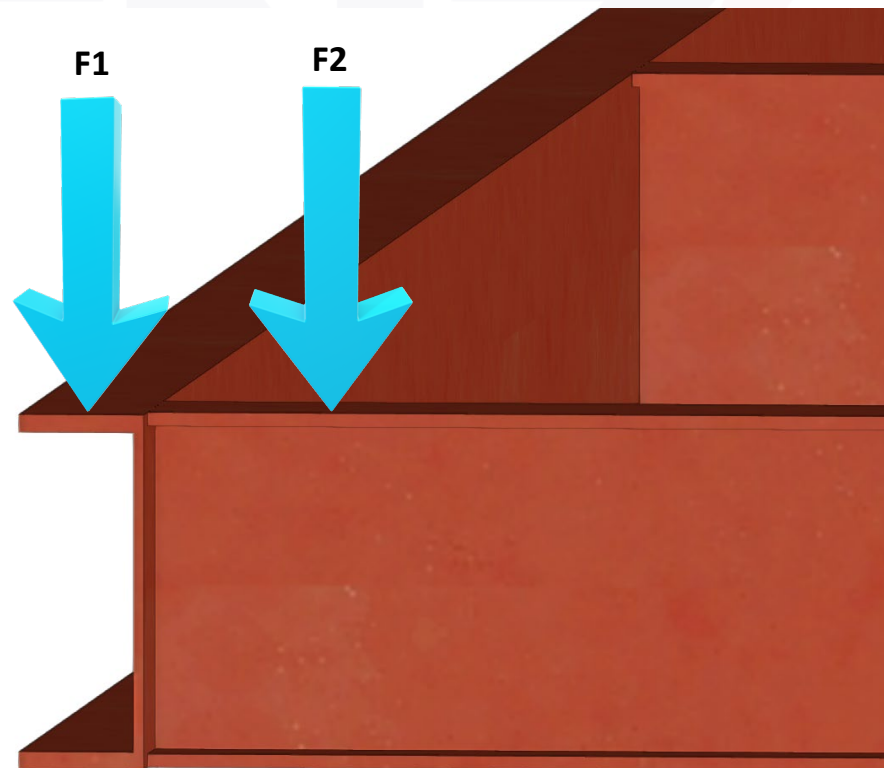
1 – Perfil I e H ou perfil U em alguns casos de baixa solicitação.



PERFIS U – CUIDADO COM A TORÇÃO

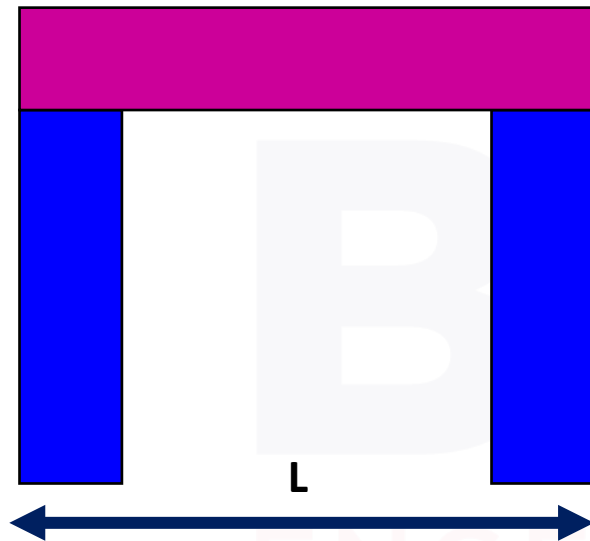
1 – Por ser assimétrico está sujeito a torção, deve se tomar cuidado e inserir vigas travamento

2 – Duas maneiras de aplicar carga no caso de perfis U sujeitos a torção.



PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

PERFIS ALMA CHEIA



$$b = 40 \text{ a } 60 \% \text{ de } h$$

$h = 4 \% \text{ de } L$ – CARGAS PEQUENAS – TELHAS

$h = 5 \% \text{ de } L$ – CARGAS MÉDIAS

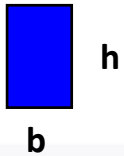
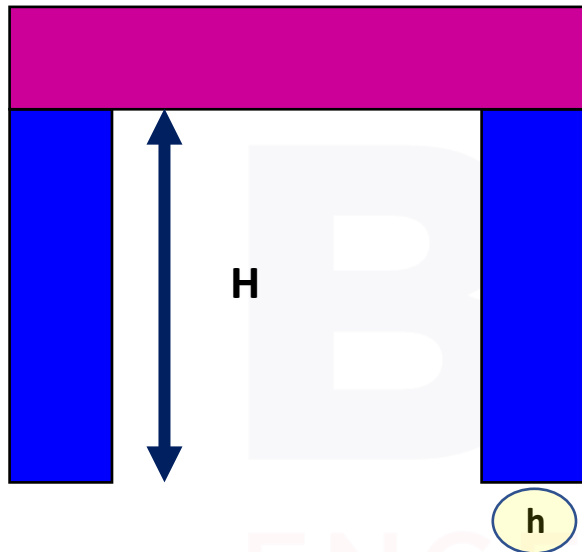
$h = 6 \% \text{ de } L$ – CARGAS GRANDES

→ Na dúvida use o maior valor

PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

PERFIS ALMA CHEIA

PRÉ DIMENSIONAMENTO - COLUNAS



$$h = 3,33\% \text{ a } 5\% \text{ de } H$$

$$b = 40 \text{ a } 60\% \text{ de } h$$

H → Altura até o beiral

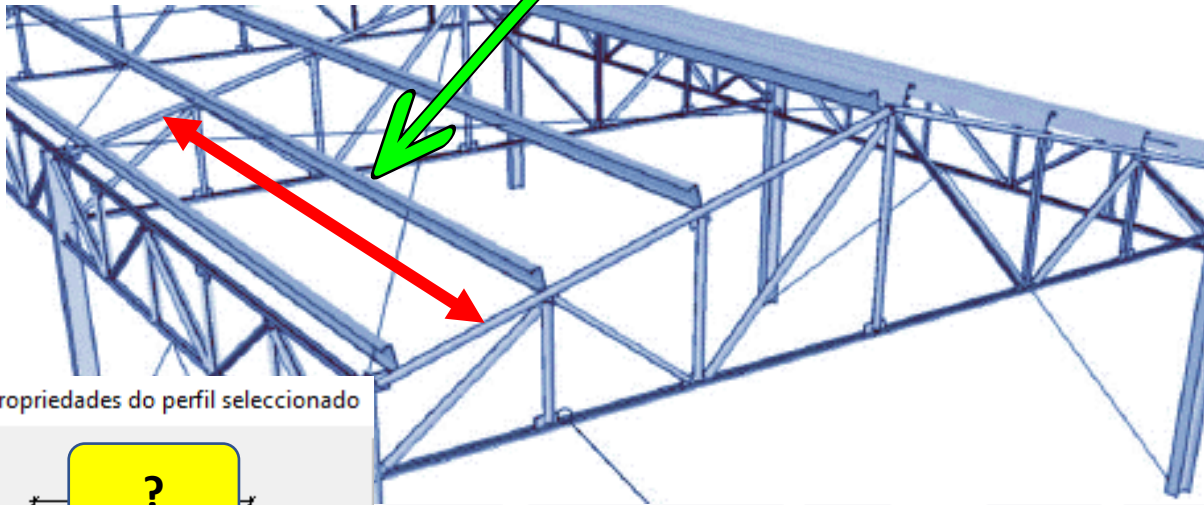
PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

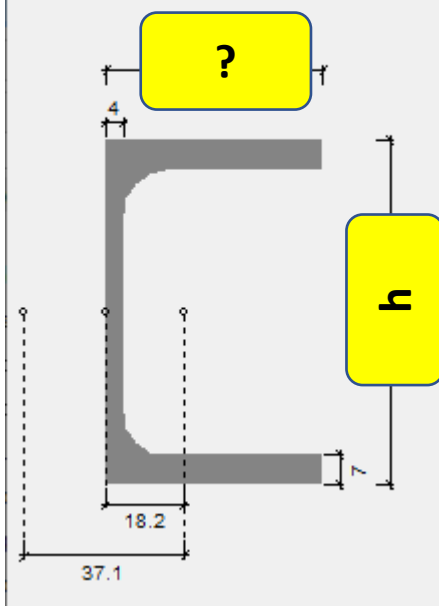
AULA 11

PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

TERÇAS



Propriedades do perfil seleccionado



$h = 1,66\% \text{ a } 2,5\% \text{ do vão}$

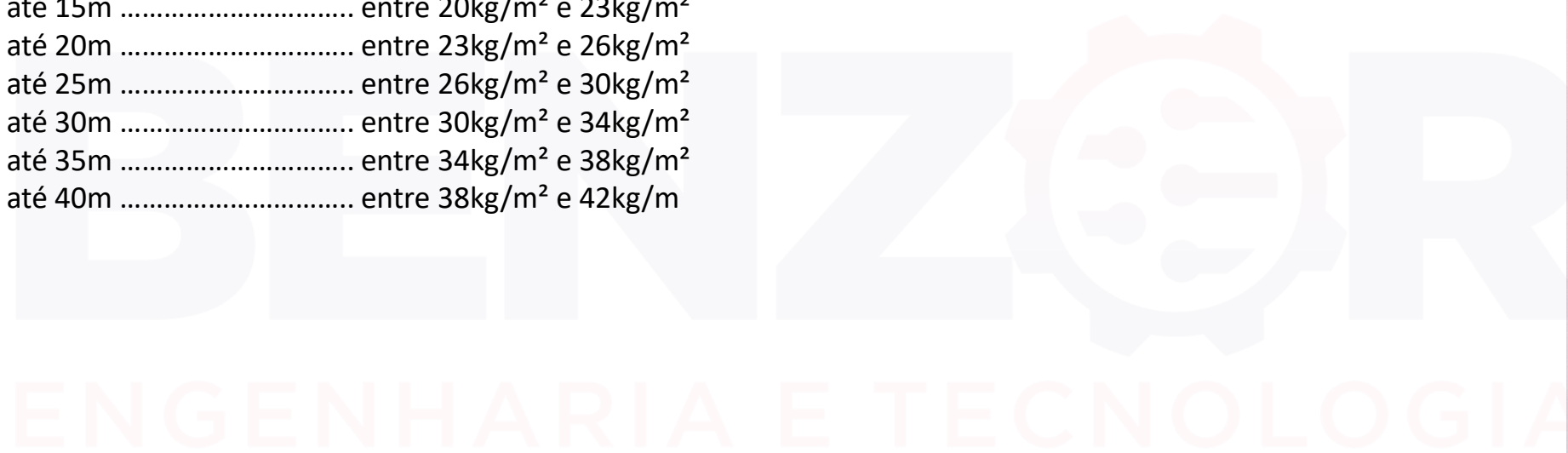
CONSUMO MÉDIO DE AÇO

Galpão em **pórticos de alma cheia** (perfis I Gerdau Açominas) de duas águas sem lanternim:

Pé direito livre: 6m

Espaçamento entre pórticos: 6m

Vão Livre até 15m	entre 20kg/m ² e 23kg/m ²
Vão Livre até 20m	entre 23kg/m ² e 26kg/m ²
Vão Livre até 25m	entre 26kg/m ² e 30kg/m ²
Vão Livre até 30m	entre 30kg/m ² e 34kg/m ²
Vão Livre até 35m	entre 34kg/m ² e 38kg/m ²
Vão Livre até 40m	entre 38kg/m ² e 42kg/m ²



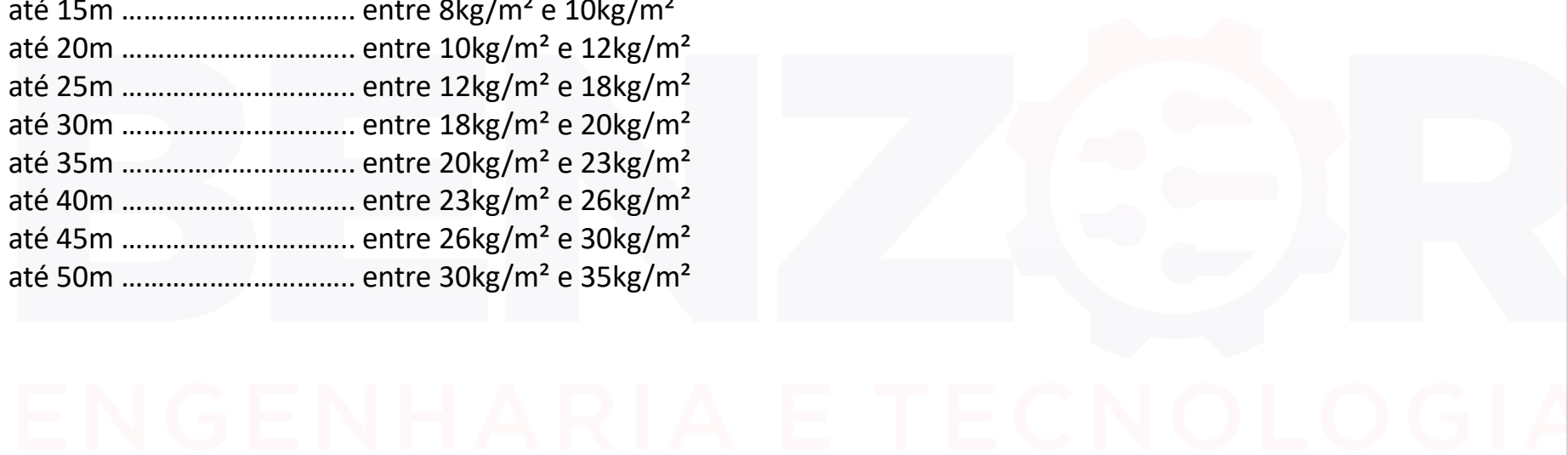
CONSUMO MÉDIO DE AÇO

Galpão treliçado de duas águas sem lanternim:

Pé direito livre: 6m

Espaçamento entre pórticos: 6m

Vão Livre até 15m	entre 8kg/m ² e 10kg/m ²
Vão Livre até 20m	entre 10kg/m ² e 12kg/m ²
Vão Livre até 25m	entre 12kg/m ² e 18kg/m ²
Vão Livre até 30m	entre 18kg/m ² e 20kg/m ²
Vão Livre até 35m	entre 20kg/m ² e 23kg/m ²
Vão Livre até 40m	entre 23kg/m ² e 26kg/m ²
Vão Livre até 45m	entre 26kg/m ² e 30kg/m ²
Vão Livre até 50m	entre 30kg/m ² e 35kg/m ²



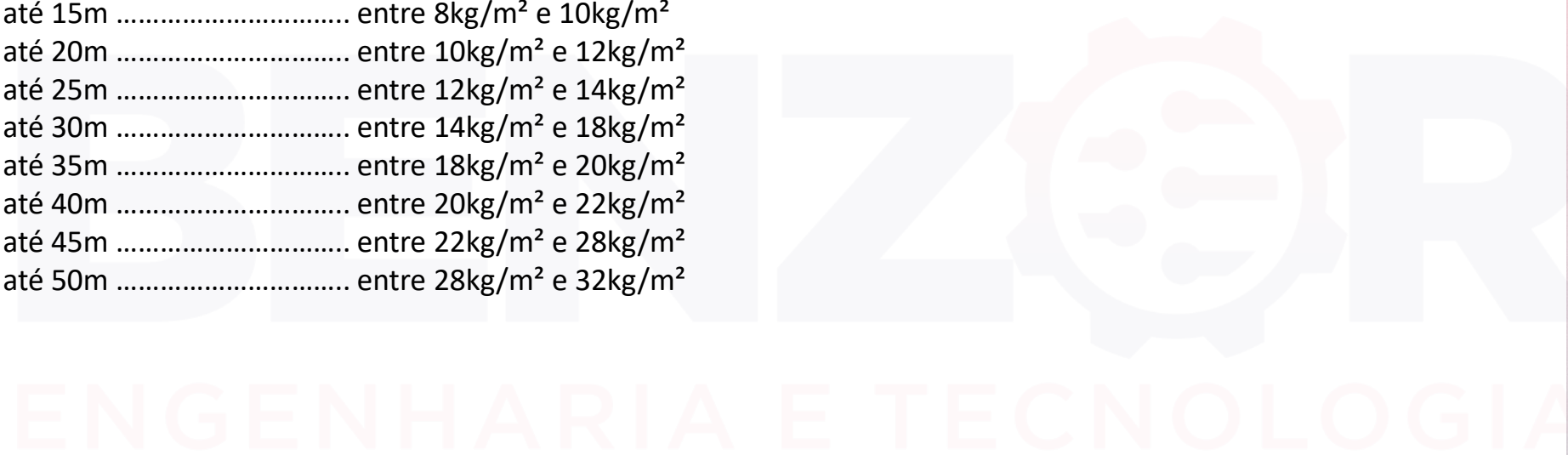
CONSUMO MÉDIO DE AÇO

Galpão **treliçado em arco:**

Pé direito livre: 6m

Espaçamento entre pórticos: 6m

Vão Livre até 15m	entre 8kg/m ² e 10kg/m ²
Vão Livre até 20m	entre 10kg/m ² e 12kg/m ²
Vão Livre até 25m	entre 12kg/m ² e 14kg/m ²
Vão Livre até 30m	entre 14kg/m ² e 18kg/m ²
Vão Livre até 35m	entre 18kg/m ² e 20kg/m ²
Vão Livre até 40m	entre 20kg/m ² e 22kg/m ²
Vão Livre até 45m	entre 22kg/m ² e 28kg/m ²
Vão Livre até 50m	entre 28kg/m ² e 32kg/m ²



CONSUMO MÉDIO DE AÇO

Edifícios Comerciais até 3 pavimentos:

Valor do metro quadrado por pavimento construído. Exclui-se o térreo

Vão Livre até 6m	entre 30kg/m ² e 35kg/m ²
Vão Livre até 8m	entre 35kg/m ² e 40kg/m ²
Vão Livre até 10m	entre 40kg/m ² e 45kg/m ²

BENZOR
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

CONSUMO MÉDIO DE AÇO

Edifícios Comerciais até 10 pavimentos:

Valor do metro quadrado por pavimento construído. Exclui-se o térreo

Vão Livre até 6m entre 40kg/m² e 45kg/m²

Vão Livre até 8m entre 45kg/m² e 50kg/m²

BENZOR
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

CONSUMO MÉDIO DE AÇO

Mezaninos

Para uma estrutura com carregamento previsto entre 300 a 500Kgf/m²

Qualquer área..... entre 35kg/m² e 45kg/m²

BENZOR
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

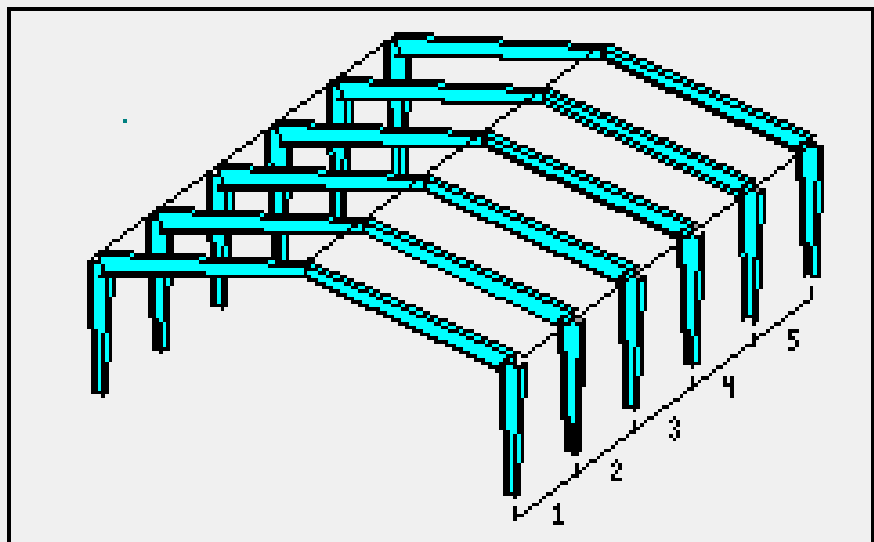
AULA 12

COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA

- ESTRUTURA PRINCIPAL
- COBERTURA (TERÇAS E TELHAS)
- FECHAMENTO: LONGARINAS E ELEMENTOS DE VEDAÇÃO
- CONTRAVENTAMENTOS: HORIZONTAL E VERTICAL

ESTRUTURA PRINCIPAL

A estrutura principal é formada por pórticos com diversas formas, no exemplo abaixo temos 6 pórticos que podem ser montados em várias configurações, independente das formas ela sempre será nossa estrutura principal

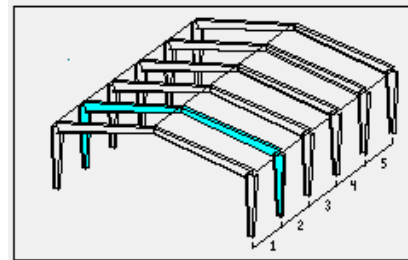


ESTRUTURA PRINCIPAL

PÓRTICOS SIMPLES

Quando um único pórtico é capaz de vencer um único vão podemos considera-lo como simples.

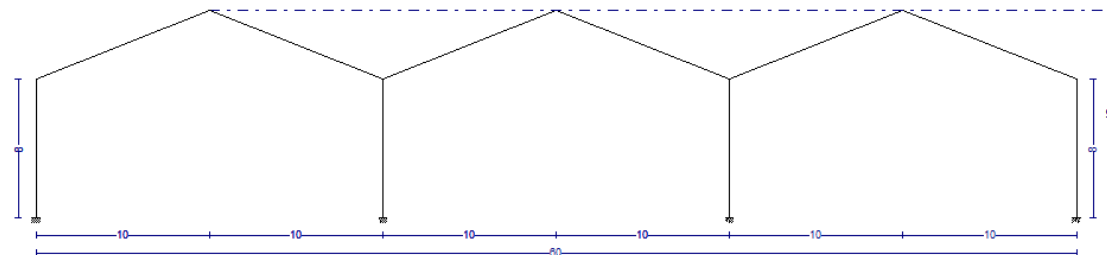
Não confunda esse vão com a distância entre pórticos, esse vão que estamos mencionando aqui é do pórtico isolado



ESTRUTURA PRINCIPAL

PÓRTICOS MÚLTIPLOS

Ao contrário do pórtico simples, usamos esse tipo quando o pórtico simples torna-se inviável economicamente, isso ocorre **quando o vão ultrapassa aproximadamente os 30m**



COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA

ESTRUTURA PRINCIPAL

PÓRTICOS MÚLTIPLOS

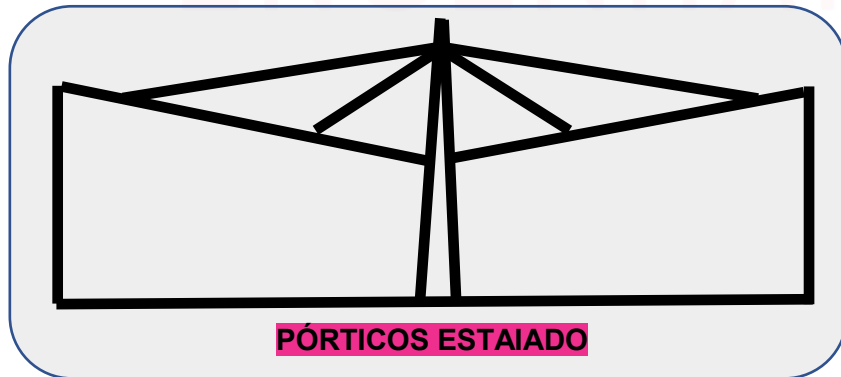
Ao contrário do pórtico simples, usamos esse tipo quando o pórtico simples torna-se inviável economicamente, isso ocorre **quando o vão ultrapassa aproximadamente os 30m**



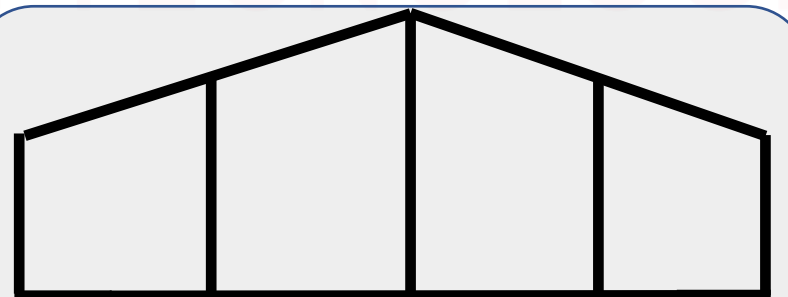
PÓRTICOS MÚLTIPLOS COM VÃO EQUIDISTANTE



PÓRTICO PRINCIPAL COM ANEXOS



PÓRTICOS ESTAIADO



PÓRTICOS MÚLTIPLOS DUAS ÁGUAS

COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA

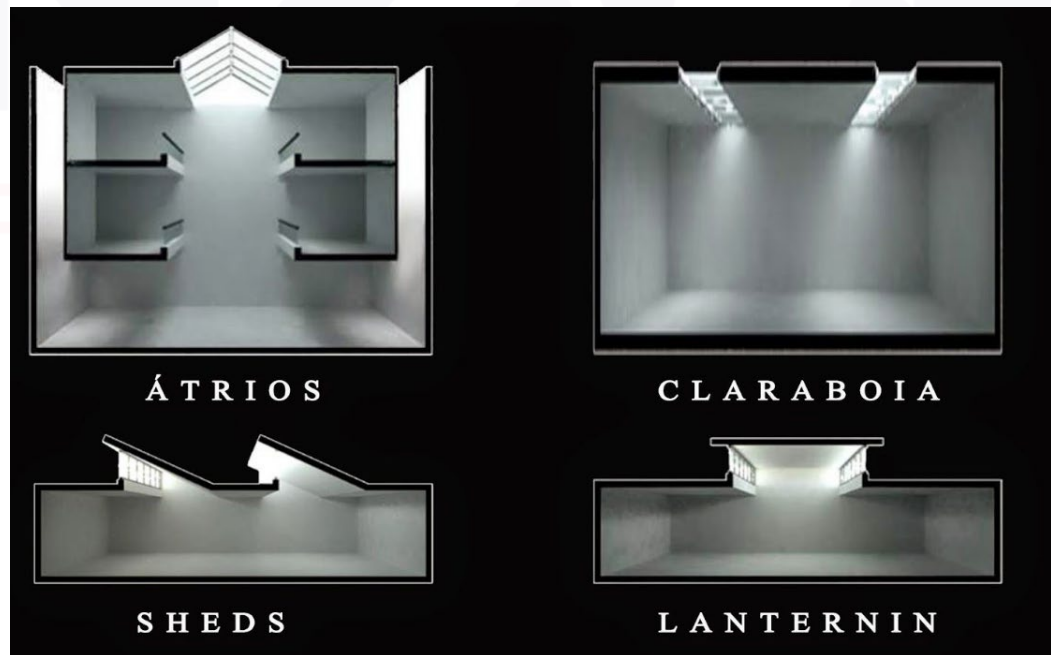
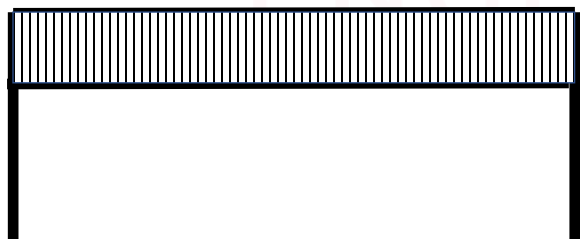
➡ ESTRUTURA PRINCIPAL

➡ SHED OU PÓRTICOS MÚLTIPLOS UMA ÁGUA

O Shed é um sistema estrutural interessante principalmente quando queremos obter ganhos em ventilação e iluminação natural.



SHED OU PÓRTICOS MÚLTIPLOS UMA ÁGUA



COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA

👉 ESTRUTURA PRINCIPAL

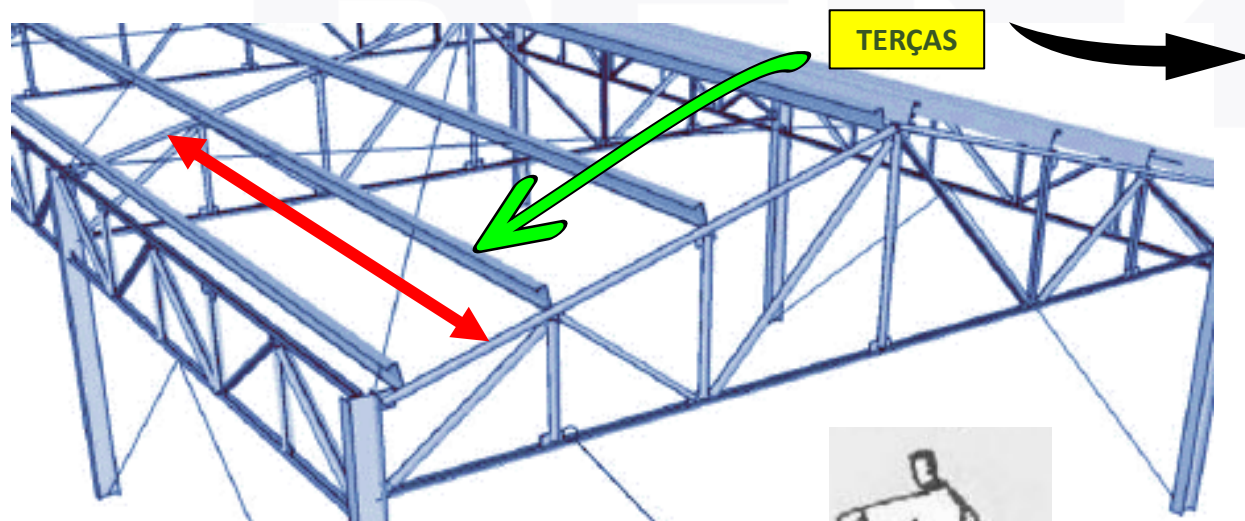
➔ COBERTURA

A cobertura serve para apoio de telhas, placas fotovoltaicas, sistemas de iluminação, entre outros acessórios que podem ser içados em pontos estratégicos da cobertura.

A cobertura irá distribuir através das terças as cargas para a estrutura principal.

Recomenda-se o uso de **perfil U** laminado ou chapa dobrada

Se essas terças receberem um carregamento pontual em que por motivos arquitetônicos não foi possível içar a carga nos nós da treliça ou em outros pontos que pouco sollicitam a estrutura pode ser necessário o uso do **perfil I**



Por termos uma inclinação na cobertura as terças ficam a todo instante instáveis e sujeitas à torção, precisamos então de algum modo equilibrar o sistema e isso se faz com uso de **CORRENTES**

CORRENTES podem ser barras redondas (geralmente 1/2", cantoneiras ou em alguns casos uma própria corrente.

Quando você não usa corrente você vai precisar usar um perfil com maior resistência à torção e isso vai resultar em maior peso estrutural

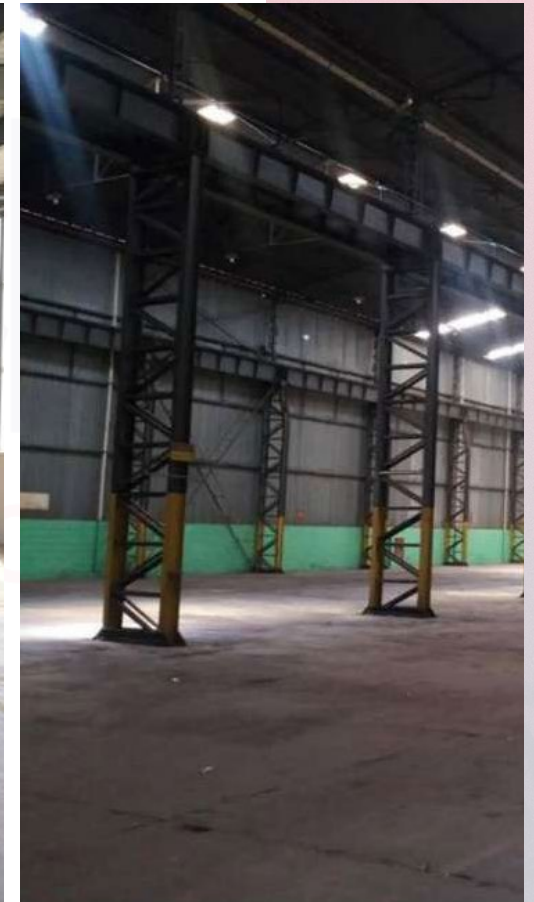
PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA

 **ESTRUTURA PRINCIPAL**

 **FECHAMENTO LATERAL**



SEJA BEM-VINDO A

COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA

👉 **ESTRUTURA PRINCIPAL**



FECHAMENTO LATERAL



COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA

➡ **ESTRUTURA PRINCIPAL**

➡ **FECHAMENTO LATERAL**

Quando se faz um fechamento lateral faz se necessário o uso de longarinas para apoiar as telhas, receber peso próprio vertical das telhas e horizontal do vento.



Longarina

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 13

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

01

COMBINAÇÃO ÚLTIMA – PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA - ELU

4.7.7.2.1 Combinações últimas normais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.2.2 Combinações últimas especiais

4.7.7.2.3 Combinações últimas de construção

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j,ef} F_{Qj,k})$$

Os fatores $\psi_{0j,ef}$ são iguais aos fatores ψ_{0j} adotados nas combinações normais, salvo quando a ação variável especial F_{Q1} tiver um tempo de atuação muito pequeno, caso em que $\psi_{0j,ef}$ podem ser tomados como os correspondentes fatores de redução ψ_{2j} .

4.7.7.2.4 Combinações últimas excepcionais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + F_{Q,exc} + \sum_{j=1}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j,ef} F_{Qj,k})$$

02

COMBINAÇÃO SERVIÇO – PARA ANALISAR A DESLOCAMENTOS - ELS

4.7.7.3.2 Combinações quase permanentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=1}^n (\psi_{2j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.3.3 Combinações frequentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_{1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{2j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.3.4 Combinações raras de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{1j} F_{Qj,k})$$

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

01 COMBINAÇÃO ÚLTIMA – PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA - ELU

4.7.7.2.1 Combinações últimas normais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.2.2 Combinações últimas especiais

4.7.7.2.3 Combinações últimas de construção

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j,ef} F_{Qj,k})$$

Os fatores $\psi_{0j,ef}$ são iguais aos fatores ψ_{0j} adotados nas combinações normais, salvo quando a ação variável especial F_{Q1} tiver um tempo de atuação muito pequeno, caso em que $\psi_{0j,ef}$ podem ser tomados como os correspondentes fatores de redução ψ_{2j} .

4.7.7.2.4 Combinações últimas excepcionais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + F_{Q,exc} + \sum_{j=1}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j,ef} F_{Qj,k})$$



OBSERVAÇÃO IMPORTANTE

- COMBINAÇÃO ÚLTIMA NORMAL SEMPRE VAI EXISTIR, O QUE VOCÊ PRECISA DECIDIR E SE TERÁ ALGUMA COMBINAÇÃO ALÉM DELA

3.9.1

ações variáveis especiais

ações transitórias com **duração muito pequena** em relação ao período de referência da edificação, **tendo período de atuação e valores nominais** normalmente **bem definidos e controlados**, sendo utilizados em verificações específicas, como a passagem de um veículo ou equipamento específico sobre uma parte da estrutura

3.3

ações de construção

ações transitórias que são consideradas nas estruturas em que haja risco de ocorrência de estado-limite durante a fase de construção

3.6

ações excepcionais

ações que têm duração extremamente curta e probabilidade muito baixa de ocorrência ao longo da vida da edificação, podendo provocar efeitos catastróficos

EXEMPLOS Choque de veículos e equipamentos, explosões e enchentes, entre outros.

NOTA São também consideradas ações excepcionais aquelas decorrentes de incêndios e sismos, tratadas em Normas Brasileiras específicas.

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

01 COMBINAÇÃO ÚLTIMA – PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA - ELU

4.7.7.2.1 Combinações últimas normais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.2.2 Combinações últimas especiais

4.7.7.2.3 Combinações últimas de construção

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j,ef} F_{Qj,k})$$

Os fatores $\psi_{0j,ef}$ são iguais aos fatores ψ_{0j} adotados nas combinações normais, salvo quando a ação variável especial F_{Q1} tiver um tempo de atuação muito pequeno, caso em que $\psi_{0j,ef}$ podem ser tomados como os correspondentes fatores de redução ψ_{2j} .

4.7.7.2.4 Combinações últimas excepcionais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + F_{Q,exc} + \sum_{j=1}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j,ef} F_{Qj,k})$$

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_{fl} \gamma_{fs}$

Combinações	Ações permanentes (γ_g) ^{a,c}					Indiretas
	Diretas					
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_q) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 , e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações	Descrição	γ_{fl} ^a		
		ψ_0	ψ_1 ^d	ψ_2 ^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^{b)}	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^c	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.

^b Edificações residenciais de acesso restrito.

^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.

^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.

^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

02 COMBINAÇÃO SERVIÇO – PARA ANALISAR A DESLOCAMENTOS - ELS

4.7.7.3.2 Combinações quase permanentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=1}^n (\psi_{2j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.3.2 Combinações quase permanentes de serviço

As combinações quase permanentes são aquelas que podem atuar durante grande parte do período de vida da estrutura, da ordem da metade desse período. Essas combinações são utilizadas para os efeitos de longa duração e para a aparência da construção.

Nas combinações quase permanentes, todas as ações variáveis são consideradas com seus valores quase permanentes $\psi_2 F_{Q,k}$:

No contexto dos estados-limites de serviço, o termo "aparência" deve ser entendido como relacionado a deslocamentos excessivos que não provoquem danos a outros componentes da construção, e não a questões meramente estéticas.

4.7.7.3.3 Combinações freqüentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{2j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.3.3 Combinações freqüentes de serviço

As combinações freqüentes são aquelas que se repetem muitas vezes durante o período de vida da estrutura, da ordem da 10^5 vezes em 50 anos, ou que tenham duração total igual a uma parte não desprezável desse período, da ordem de 5%. Essas combinações são utilizadas para os estados-limites reversíveis, isto é, que não causam danos permanentes à estrutura ou a outros componentes da construção, incluindo os relacionados ao conforto dos usuários e ao funcionamento de equipamentos, tais como vibrações excessivas, movimentos laterais excessivos que comprometam a vedação, empoçamentos em coberturas (ver 9.3 e 11.6) e aberturas de fissuras.

4.7.7.3.4 Combinações raras de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{1j} F_{Qj,k})$$

As combinações raras são aquelas que podem atuar no máximo algumas horas durante o período de vida da estrutura. Essas combinações são utilizadas para os estados-limites irreversíveis, isto é, que causam danos permanentes à estrutura ou a outros componentes da construção, e para aqueles relacionados ao funcionamento adequado da estrutura, tais como formação de fissuras e danos aos fechamentos.

Nas combinações raras, a ação variável principal F_{Q1} é tomada com seu valor característico $F_{Q1,k}$ e todas as demais ações variáveis são tomadas com seus valores freqüentes $\psi_1 F_{Q,k}$:

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

02 COMBINAÇÃO SERVIÇO – PARA ANALISAR A DESLOCAMENTOS - ELS

4.7.7.3.2 Combinações quase permanentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=1}^n (\psi_{2j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.3.3 Combinações freqüentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{2j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.3.4 Combinações raras de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{1j} F_{Qj,k})$$

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_{f1} \gamma_{f3}$

Combinações	Ações permanentes (γ_p) ^{a,c}					
	Diretas					Indiretas
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_v) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
	Normais	1,20	1,40	1,20	1,50	
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 , e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações		γ_{f2} ^a		
		ψ_0	ψ_1 ^d	ψ_2 ^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^b	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^c	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.

^b Edificações residenciais de acesso restrito.

^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.

^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.

^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.


PROJETISTA DE ESTRUTURAS METÁLICAS


AULA 14

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

EXEMPLO 1 - COMBINAÇÃO NORMAL

EXEMPLO AÇÕES

 PESO PRÓPRIO = 0,16 kN/M **PERMANENTE**

 PESO DE ACESSÓRIOS = 0,09 kN/M **PERMANENTE**

 OCUPAÇÃO DA ESTRUTURA = 0,66 kN/M **VARIÁVEL PRINCIPAL?** Em algum momento, talvez sim

 VENTO = 30 kN/M **VARIÁVEL PRINCIPAL?** Em algum momento, talvez sim

 **Opção 1:** $1,25 * 0,16 + 1,5 * 0,09 +$

Para cada combinação, aplica-se a seguinte expressão:

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j} F_{Qj,k})$$

onde:

$F_{Gi,k}$ representa os valores característicos das ações permanentes;

$F_{Q1,k}$ é o valor característico da ação variável considerada principal para a combinação;

$F_{Qj,k}$ representa os valores característicos das ações variáveis que podem atuar concomitantemente com a ação variável principal.


Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_{f1} \gamma_{f3}$


Combinações	Ações permanentes (γ_g) ^{a,c}					
	Diretas					Indiretas
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_q) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

EXEMPLO 1 - COMBINAÇÃO NORMAL

EXEMPLO AÇÕES

 PESO PRÓPRIO = 0,16 kN/M PERMANENTE

 PESO DE ACESSÓRIOS = 0,09 kN/M PERMANENTE

 OCUPAÇÃO DA ESTRUTURA = 0,66 kN/M VARIÁVEL PRINCIPAL? Em algum momento, talvez sim

 VENTO = 30 kN/M VARIÁVEL PRINCIPAL? Em algum momento, talvez sim

 Opção 1: $1,25 * 0,16 + 1,5 * 0,09 + 1,5 * 0,66 + 1,4 * 0,6 * 30 =$

 Opção 2: $1,25 * 0,16 + 1,5 * 0,09 + 1,4 * 30 + 1,5 * 0,7 * 0,66 =$

Para cada combinação, aplica-se a seguinte expressão:

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{G_i} F_{G_{i,k}}) + \gamma_{Q1} F_{Q_{1,k}} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{Q_j} \psi_{Q_j} F_{Q_{j,k}})$$

onde:

$F_{G_{i,k}}$ representa os valores característicos das ações permanentes;

$F_{Q_{1,k}}$ é o valor característico da ação variável considerada principal para a combinação;

$F_{Q_{j,k}}$ representa os valores característicos das ações variáveis que podem atuar concomitantemente com a ação variável principal.

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis


Ações		γ_{Ω}^a		
		ψ_0	ψ_1^d	ψ_2^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^{b)}	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^{c)}	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4


	Ações variáveis (γ_q) ^{a,d}			
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

EXEMPLO 1 - COMBINAÇÃO NORMAL

EXEMPLO AÇÕES

 PESO PRÓPRIO = 0,16 KN/M PERMANENTE


 PESO DE ACESSÓRIOS = 0,09 KN/M PERMANENTE


 OCUPAÇÃO DA ESTRUTURA = 0,66 KN/M VARIÁVEL PRINCIPAL? Em algum momento, talvez sim

 VENTO = 30 KN/M VARIÁVEL PRINCIPAL? Em algum momento, talvez sim

 Opção 1: $1,25 * 0,16 + 1,5 * 0,09 + 1,5 * 0,66 + 1,4 * 0,6 * 30 =$

 Opção 2: $1,25 * 0,16 + 1,5 * 0,09 + 1,4 * 30 + 1,5 * 0,7 * 0,66 =$

 Opção 1: $0,2 + 0,135 + 0,99 + 25,2 = 26,52 \text{ KN/M}$

 Opção 2: $0,2 + 0,135 + 42 + 0,693 = 43,02 \text{ KN/M}$

USE O ESFORÇO CRÍTICO

 **43,02 KN/M**

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações		γ_{Ω}^a		
		ψ_0	ψ_1^d	ψ_2^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^{b)}	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^{c)}	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

	Ações variáveis (γ_q) ^{a,d}			
	Efeito da temperatura ^{b)}	Ação do vento	Ações truncadas ^{e)}	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 15

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

EXEMPLO 2 - COMBINAÇÃO NORMAL

👉 PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA = **FG1** PERMANENTE

👉 PESO DE ACESSÓRIOS = **FG2** PERMANENTE

- TUBULAÇÃO (PESO LIQUIDO) SEM PESO DO LIQUIDO, GÁS OU PARTICULAS DE TRANSPORTE
- PESO DE TELHAS E TERÇAS (ALGUNS PROJETISTAS ADOTAM TERÇAS COMO FG1 (PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA))
- PESO DA PLATIBANDA
- PESO DE EQUIPAMENTOS (VAZIO)
- PESO DE SISTEMA DE VENTILAÇÃO
- SISTEMA ELÉTRICO E INTERNET

👉 SOBRECARGA DE COBERTURA MINIMO DE $0,25\text{KN}/\text{M}^2$ = **FQ1** AÇÃO VARIÁVEL

- FIOS E CABOS DE REDE (POSSÍVEIS ALTERAÇÕES/EXPANSÕES DO SISTEMA ELÉTRICO NÃO PREVISTOS NO ATO DA ELABORAÇÃO DO PROJETO, SURTIRÃO FUTURAMENTE)
- POEIRAS, DEPOSIÇÃO DE MINÉRIO, PARTICULAS DE PROCESSO
- CARGA DE PESSOAS FAZENDO MANUTENÇÃO NAS TELHAS OU OUTROS SERVIÇOS

👉 AÇÃO DE UTILIZAÇÃO (CONCENTRAÇÃO DE PESSOAS, MATERIAIS, MÓVEIS E EQUIPAMENTOS) = **FQ2** AÇÃO VARIÁVEL

- TEM QUE SER ANALISADO PARTICULARIDADES ESPECIAS, GERALMENTE ADOTAMOS $4\text{KN}/\text{M}^2$

👉 AÇÃO DE CARGA INSERIDA NOS EQUIPAMENTOS = **FQ3** AÇÃO VARIÁVEL

- É MÁXIMA CARGA QUE SERÁ COLOCADA NO EQUIPAMENTO QUE ESTÁ VAZIO EM FG2

👉 AÇÃO DE VENTO 0° = **FW1** AÇÃO VARIÁVEL

👉 AÇÃO DE VENTO 90° = **FW2** AÇÃO VARIÁVEL

👉 CUIDADOS IMPORTANTES

- AS AÇÕES DE VENTO APARECEM UMA ÚNICA VEZ NA COMBINAÇÃO
- AÇÕES VARIÁVEIS SECUNDÁRIAS QUE ATUAM EM SENTIDO CONTRÁRIO A VARIÁVEL PRINCIPAL (QUE PROVOCAM REDUÇÃO DA VARIÁVEL PRINCIPAL) NÃO DEVEM SER CONSIDERADAS NA COMBINAÇÃO

B.5.1 Coberturas comuns

Nas coberturas comuns (telhados), na ausência de especificação mais rigorosa, deve ser prevista uma sobrecarga característica mínima de $0,25\text{ kN}/\text{m}^2$, em projeção horizontal. Admite-se que essa sobrecarga englobe as cargas decorrentes de instalações elétricas e hidráulicas, de isolamentos térmico e acústico e de pequenas peças eventualmente fixadas na cobertura, até um limite superior de $0,05\text{ kN}/\text{m}^2$.

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

EXEMPLO 2 - COMBINAÇÃO NORMAL

EXEMPLO AÇÕES

- 👉 PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA= **FG1** PERMANENTE
- 👉 PESO DE ACESSÓRIOS = **FG2** PERMANENTE
- 👉 SOBRECARGA DE COBERTURA MINIMO DE $0,25\text{KN}/\text{M}^2$ = **FQ1** AÇÃO VARIÁVEL
- 👉 AÇÃO DE UTILIZAÇÃO (CONCENTRAÇÃO DE PESSOAS, MATERIAIS, MÓVEIS E EQUIPAMENTOS)= **FQ2** AÇÃO VARIÁVEL
- 👉 AÇÃO DE CARGA INSERIDA NOS EQUIPAMENTOS = **FQ3** AÇÃO VARIÁVEL
- 👉 AÇÃO DE VENTO 0° = **FW1** AÇÃO VARIÁVEL
- 👉 AÇÃO DE VENTO 90° = **FW2** AÇÃO VARIÁVEL



COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

EXEMPLO 2 - COMBINAÇÃO NORMAL

01

COMBINAÇÃO ÚLTIMA – PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA - ELU

4.7.7.2.1 Combinações últimas normais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qi} \psi_{0j} F_{Qj,k})$$

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_{f1} \gamma_{f2}$

Combinações	Ações permanentes (γ_g) ^{a,c}					Indiretas
	Diretas					
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_q) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações	γ_{f2} ^a			
	ψ_0	ψ_1 ^d	ψ_2 ^e	
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^b	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^c	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.
^b Edificações residenciais de acesso restrito.
^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.
^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.
^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.

COMB-1: $1,25FG1 + 1,5*FG2 + 1,5FQ1 + (1,5*0,7*FQ2 + 1,5*0,7*FQ3 + 1,4*0,6FW1)$

COMB-1: $1,25FG1 + 1,5*FG2 + 1,5FQ1 + (1,05*FQ2 + 1,05*FQ3 + 0,84FW1)$

COMB-2: $1,25FG1 + 1,5*FG2 + 1,5FQ1 + (1,5*0,7*FQ2 + 1,5*0,7*FQ3 + 1,4*0,6FW2)$

COMB-2: $1,25FG1 + 1,5*FG2 + 1,5FQ1 + (1,05*FQ2 + 1,05*FQ3 + 0,84FW2)$

COMB-3: $1,25FG1 + 1,5*FG2 + 1,5FQ2 + (1,5*0,8*FQ1 + 1,5*0,7*FQ3 + 1,4*0,6FW1)$

COMB-3: $1,25FG1 + 1,5*FG2 + 1,5FQ2 + (1,2*FQ1 + 1,05*FQ3 + 0,84FW1)$

➡ PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA = **FG1** PERMANENTE

➡ PESO DE ACESSÓRIOS = **FG2** PERMANENTE

➡ SOBRECARGA DE COBERTURA MÍNIMO DE 0,25KN/M² = **FQ1** AÇÃO VARIÁVEL

➡ AÇÃO DE UTILIZAÇÃO (CONCENTRAÇÃO DE PESSOAS, MATERIAIS, MÓVEIS E EQUIPAMENTOS) = **FQ2** AÇÃO VARIÁVEL

➡ AÇÃO DE CARGA INSERIDA NOS EQUIPAMENTOS = **FQ3** AÇÃO VARIÁVEL

➡ AÇÃO DE VENTO 0° = **FW1** AÇÃO VARIÁVEL

➡ AÇÃO DE VENTO 90° = **FW2** AÇÃO VARIÁVEL

INGENHEIRO VINDOR

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 16

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - NBR 6123

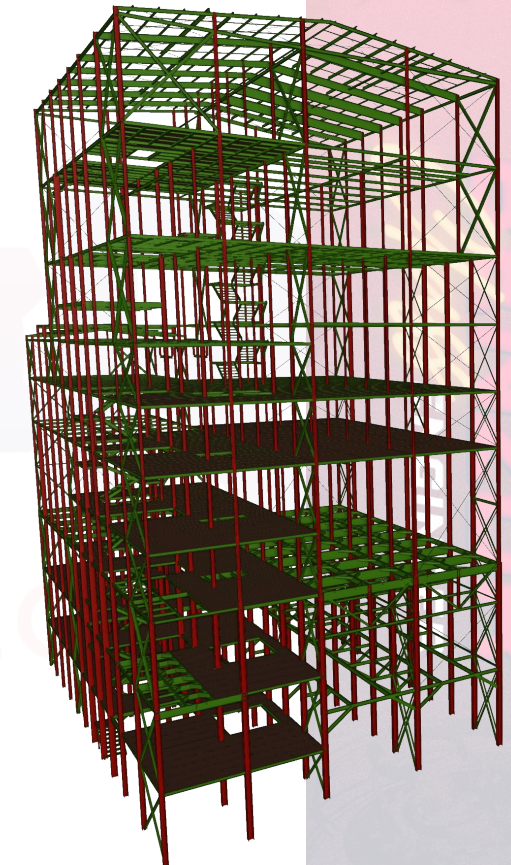
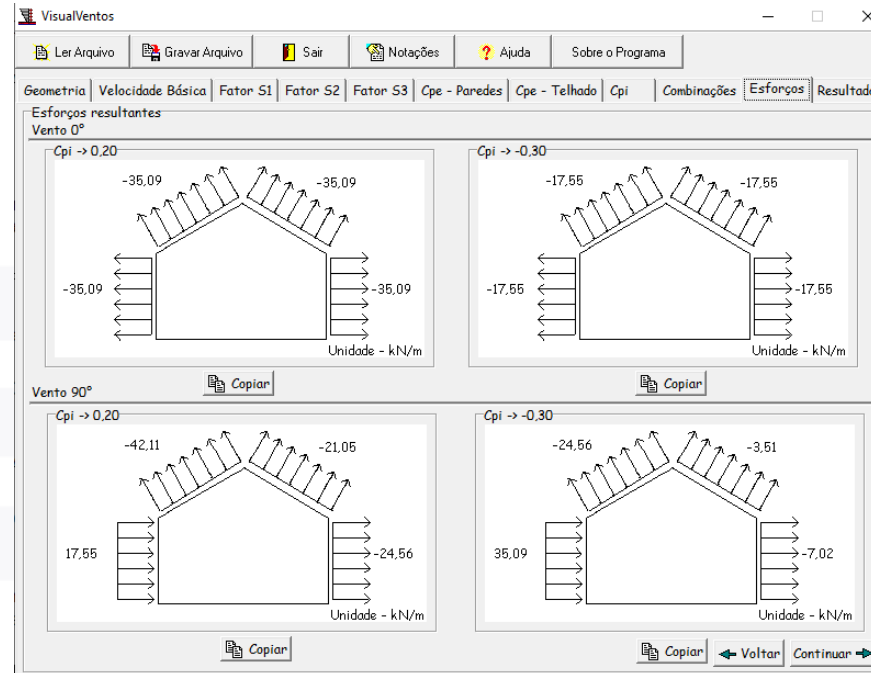
O QUE CÁLCULAR?

Calcular a carga que irá atuar nos perfis metálicos.

Em galpões devemos buscar as cargas que atuam nos pórticos, mas você pode otimizar esse cálculo encontrando a pressão que atuam nas faces da sua estrutura.

Exemplo: O fluxo de vento descarrega uma carga sobre a telha, a telha descarrega nas terças e travessas que por sua vez descarregam nos pórticos e enfim essa carga chega às fundações

Em estruturas mais complexas o ideal é usar uma simulação em túnel de vento ou



CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - NBR 6123

VK – Velocidade característica

☞ $V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$

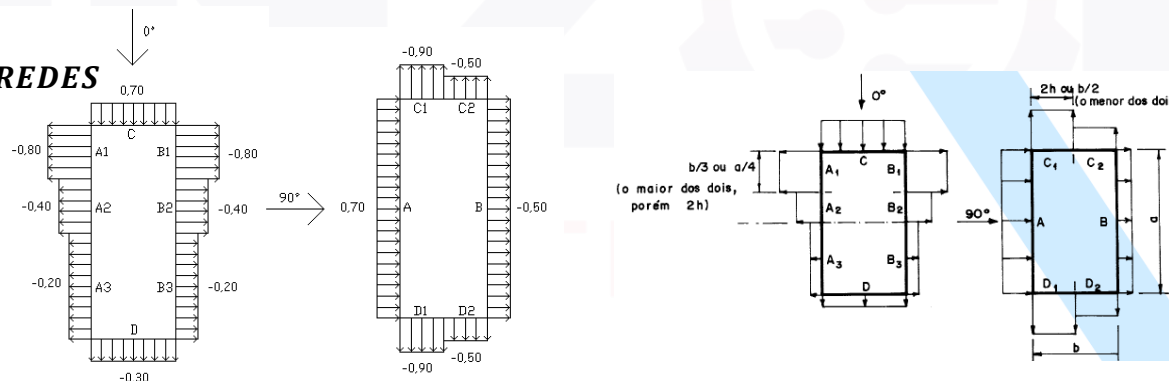
Q – Pressão dinâmica

☞ $q = 0,613 * V_k^2 = N/m^2$

Coefficiente de parede externo

☞ *Encontre todos Coeficientes C_e para PAREDES*

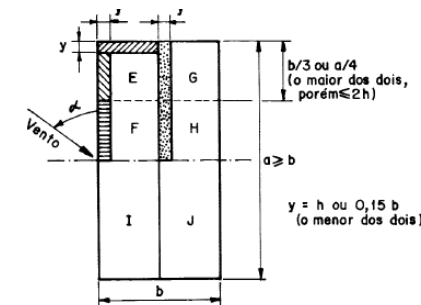
ONDE? TABELA 4 NBR 6123



Coefficiente de telhado externo

☞ *Encontre todos Coeficientes C_e para TELHADO*

ONDE? TABELA 5 NBR 6123



CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - NBR 6123

Reunir todos os dados obtidos

👉 **RESUMA TODOS OS RESULTADOS DE C_e**

Determinar coeficientes de pressão interna

👉 **Encontre Coeficiente C_i Pressão interna**

Coeficiente de pressão interna

C_{pi}

- Duas faces opostas igualmente permeáveis, as outras faces impermeáveis:
 - vento perpendicular a uma face permeável $\rightarrow C_{pi} = +0,2$
 - vento perpendicular a uma face impermeável $\rightarrow C_{pi} = -0,3$

- Quatro faces igualmente permeáveis $\rightarrow C_{pi} = -0,3$ ou $0,0$

Abertura dominante em uma face, as outras faces de igual permeabilidade

- Abertura dominante na face de barlavento $\rightarrow C_{pi} = 0,10$ ou $0,10$
- Abertura dominante na face de sotavento $\rightarrow C_{pi} = 0,70$ ou $0,70$

Abertura dominante em uma face paralela ao vento

- Abertura dominante não situada em zona de alta sucção externa $\rightarrow C_{pi} = -0,80$ ou $-0,90$
- Abertura dominante situada em zona de alta sucção externa $\rightarrow C_{pi} = -0,40$ ou $-0,40$

- Edificações efetivamente estanques e com janelas fixas que tenham uma probabilidade desprezável de serem rompidas por acidente $\rightarrow C_{pi} = -0,2$ ou $0,0$

- Relação entre a área das aberturas e a área total da face:

- vento a $0^\circ \rightarrow C_{pi} = \text{à calcular}$
- vento a $90^\circ \rightarrow C_{pi} = \text{à calcular}$

Combinar coeficiente de pressão interna e externa

👉 **Avalie a combinação dos coeficientes interno e externos e encontre a resultante**

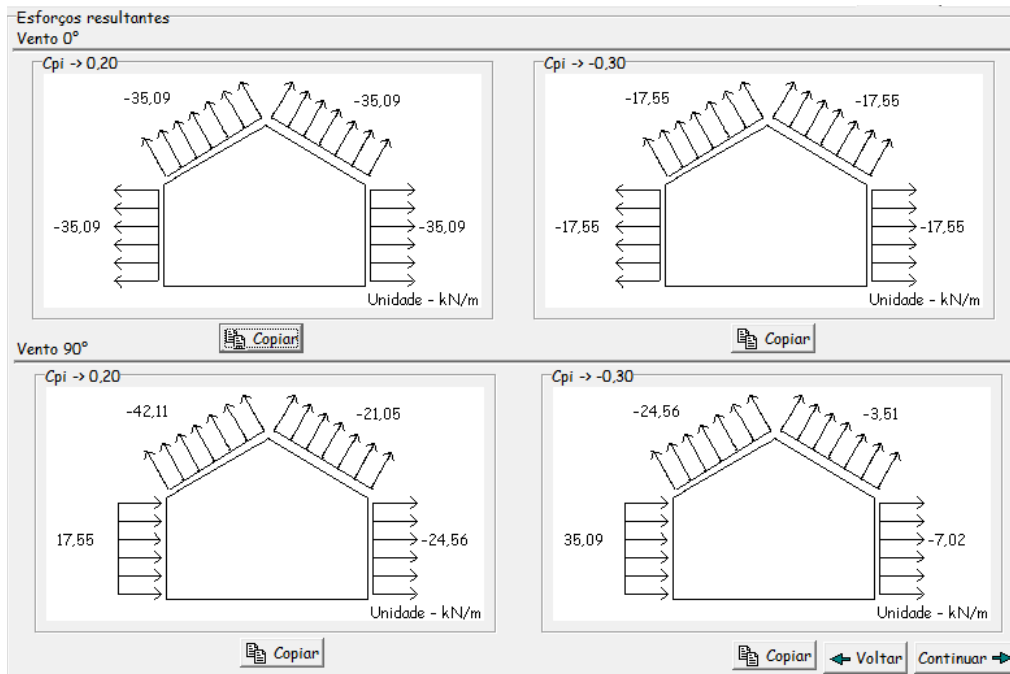
CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - NBR 6123

Calcular a carga linear no pórtico



Calcule a Carga que será aplicada em cada combinação $\left(\frac{Kn}{m} \text{ ou } \frac{Kn}{m^2}\right)$



ZOR
E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 17

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

Atenção: A distância entre pórticos de 40m será usada nesse estudo para que verifiquem a importância de se usar vãos menores.

VisualVentos

Ler Arquivo Gravar Arquivo Sair Notações Ajuda Sobre o Programa

Geometria Velocidade Básica Fator S1 Fator S2 Fator S3 Cpe - Paredes Cpe - Telhado Cpi Combinações Esforços Resultados

Dimensões

Medidas

b 20 m a 40 m h 7 m Distância entre pórticos p 40 m

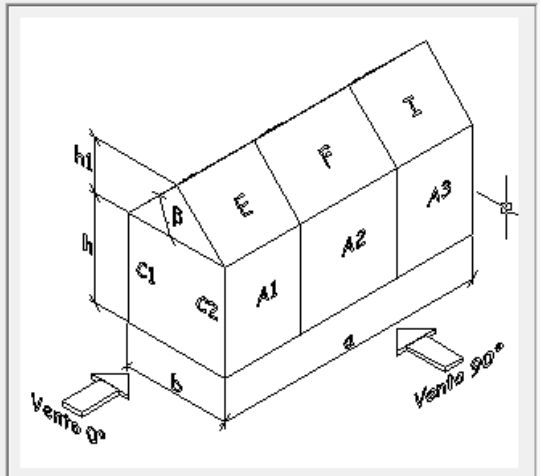
b1 10,00 m a1 10,00 m a2 10,00 m β 15 ° h1 2,68 m

Confirmar

Área das aberturas

Face	Fixa	Móvel
A1	0 m ²	0 m ²
A2	0 m ²	0 m ²
A3	0 m ²	0 m ²
B1	0 m ²	0 m ²
B2	0 m ²	0 m ²
B3	0 m ²	0 m ²
C1	0 m ²	0 m ²
C2	0 m ²	0 m ²
D1	0 m ²	0 m ²
D2	0 m ²	0 m ²

Continuar →



CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

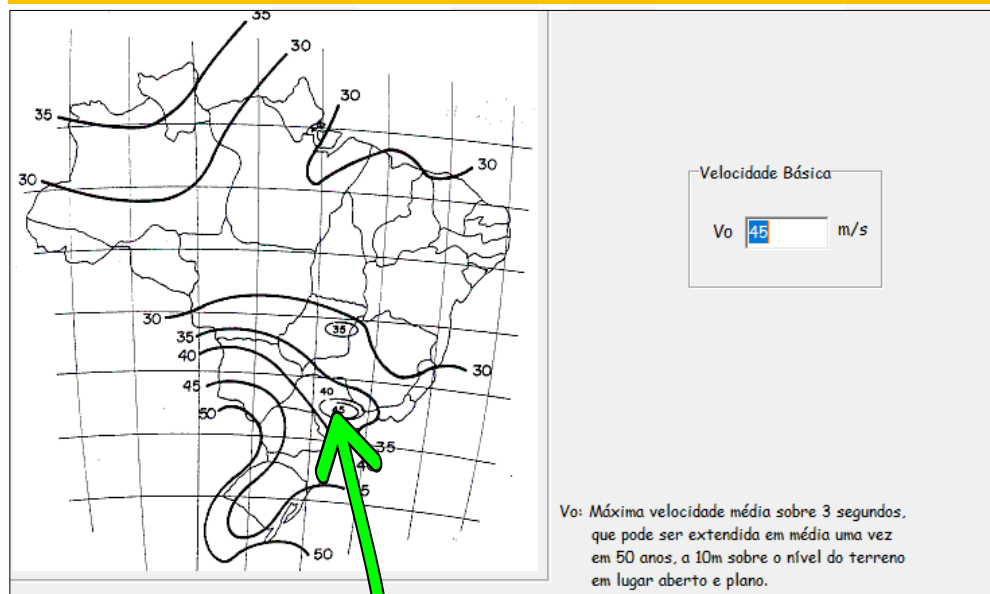
VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 1 DETERMINAÇÃO V_0

👉 $V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$

👉 $V_0 = 45\text{m/s}$ – DEPENDE DA LOCALIZAÇÃO DA OBRA

A velocidade está na linha de acima da região desejada



$V_0 = 45\text{m/s}$ – DEPENDE DA LOCALIZAÇÃO DA OBRA

A isopleta pode ser encontrada na **figura 1** da NBR 6123

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

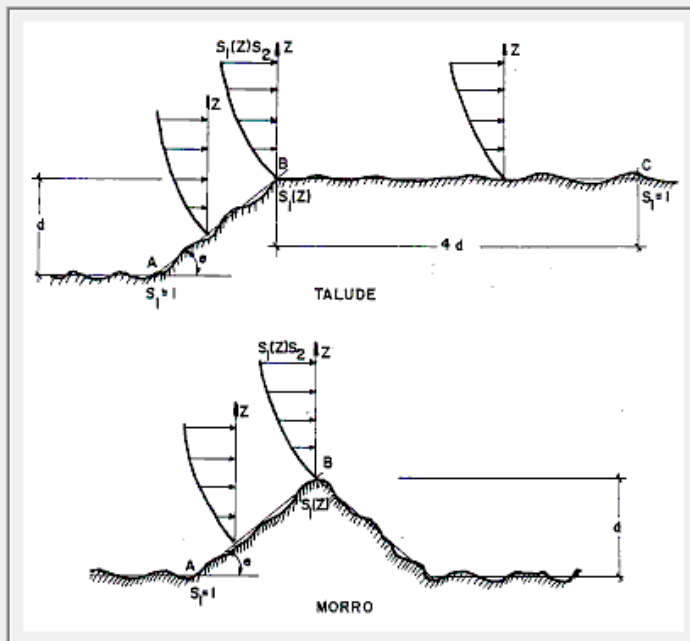
VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 1 DETERMINAÇÃO S1

👉 $V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$

$S_1 = 1$

Fator Topográfico



Pode ser admitido um fluxo de ar bidimensional soprando no sentido indicado na figura.

Fator S1

- Terreno plano ou fracamente acidentado
- Talude e Morros
- Vales profundos, protegidos de vento de qual quer direção

Taludes e Morros

ϕ °
z m
d m

Calcular

S1 1.00

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 2 DETERMINAÇÃO CATEGORIA DO S2

CATEGORIA 01

Superfícies lisas de grandes dimensões, com mais de 5 km de extensão, medida na direção e sentido do vento incidente.

CATEGORIA 02

Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas.

CATEGORIA 03

Terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como muros, poucos quebra-ventos de árvores, edificações baixas e esparsas.

CATEGORIA 04

Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizada.

CATEGORIA 05

Terrenos cobertos por obstáculos numerosos, grandes, altos e pouco espaçados.

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 2 DETERMINAÇÃO CLASSE DO S2

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.

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 2 DETERMINAÇÃO Fr, Zg, b, p, S_2

Tabela 1 - Parâmetros meteorológicos

Categoria	Z_g (m)	Parâmetro	Classes		
			A	B	C
I	250	b	1,10	1,11	1,12
		p	0,06	0,065	0,07
II	300	b	1,00	1,00	1,00
		F_r	1,00	0,98	0,95
		p	0,085	0,09	0,10
		b	0,94	0,94	0,93
III	350	p	0,10	0,105	0,115
		b	0,86	0,85	0,84
IV	420	p	0,12	0,125	0,135
		b	0,74	0,73	0,71
V	500	p	0,15	0,16	0,175

$$S_2 = b * Fr \left(\frac{Z}{10} \right)^p$$

$$F_{r,II} = 0,98$$

$$Z_g = 420m$$

$$b = 0,85$$

$$p = 0,125$$

Fr , fator de rajada sempre definido em relação a categoria II

Z_g = Altura gradiente

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 2 DETERMINAÇÃO S2 no Visual Ventos

👉 $V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$

$S_2 = 0,83$

Fator de Rugosidade

Categoria do terreno

Categoria	Descrição do ambiente
<input type="radio"/> I	Superfícies lisas de grandes dimensões, com mais de 5km de extensão, medida na direção e sentido do vento incidente.
<input type="radio"/> II	Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas. A cota média do topo dos obstáculos é considerada inferior ou igual a 1m. Exemplos: zonas costeiras planas; pântanos com vegetação rala; campos de aviação; pradarias e charnecas; fazendas sem sebes ou muros.
<input type="radio"/> III	Terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como sebes e muros, poucos quebra-ventos de árvores, edificações baixas e esparsas. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a 3m. Exemplos: granjas e casas de campo, com exceção das partes com matos, fazendas com sebes e/ou muros, subúrbios a considerável distância do centro, com casas baixas e esparsas.
<input checked="" type="radio"/> IV	Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados em zona florestal, industrial ou urbanizada. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a 10m. Exemplos: zonas de parques e bosques com muitas árvores; cidades pequenas e seus arredores; subúrbios densamente construídos de grandes cidades; áreas industriais plena ou parcialmente desenvolvidas.
<input type="radio"/> V	Terrenos cobertos por obstáculos numerosos, grandes, altos e pouco espaçados. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual ou superior a 25m. Exemplos: florestas com árvores altas de copas isoladas; centros de grandes cidade; complexo industriais bem desenvolvidos.

Classe de edificação

Classe	Descrição
<input type="radio"/> A	Maior dimensão menor ou igual a 20m
<input checked="" type="radio"/> B	Maior dimensão entre 20 e 50m
<input type="radio"/> C	Maior dimensão maior ou igual 50m

Maior dimensão: m

Fator S2:

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 3 DETERMINAÇÃO S₃

👉 $V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$

$S_3 = 0,95$

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

GRUPO 01

GRUPO 02

GRUPO 03

GRUPO 04

GRUPO 05

Fator Estatístico

Fator S₃

Grupo	Descrição
<input type="radio"/> 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, centrais de comunicação, etc)
<input type="radio"/> 2	Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação
<input checked="" type="radio"/> 3	Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc)
<input type="radio"/> 4	Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação, etc)
<input type="radio"/> 5	Edificações temporárias. Estruturas dos grupos 1 a 3 durante a construção

S₃ 0,95

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 4 DETERMINAÇÃO do VK

👉 $V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$

$$V_0 = 45m/s$$

$$S_1 = 1$$

$$S_2 = 0,83$$

$$S_3 = 0,95$$

$$V_k = 45 * 1 * 0,83 * 0,95$$

$$V_k = 35,48m/s$$

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 5 DETERMINAÇÃO do q

$$q = 0,613 * V k^2 = N/m^2$$

$$\text{👉 } q = 0,613 * 35,48^2 = N/m^2$$

$$q = 771,66 = N/m^2$$

$$q = 771,66/1000 = 0,772 \text{KN}/m^2$$

BENZOR
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 5 DETERMINAÇÃO do q em casos de estruturas altas

$$q = 0,613 * V k^2 = N/m^2$$

CALCULO DO V_k

z(m)	V0	S1	S2	S3	Vk	q
3	45	1	0,72	0,95	30,8	580,7613
6	45	1	0,78	0,95	33,3	681,588
9	45	1	0,82	0,95	35,1	753,2869
12	45	1	0,85	0,95	36,3	809,4137
15	45	1		0,95		
18	45	1		0,95		
21	45	1		0,95		
24	45	1		0,95		
27	45	1		0,95		
30	45	1		0,95		
33	45	1		0,95		
36	45	1		0,95		
39	45	1		0,95		
42	45	1		0,95		

0,75h A 1h - ZONA DE DIREÇÃO DO VENTO MAX

DESCIDA DO AR

FORMAÇÃO DE VÓRTICE
NA BASE

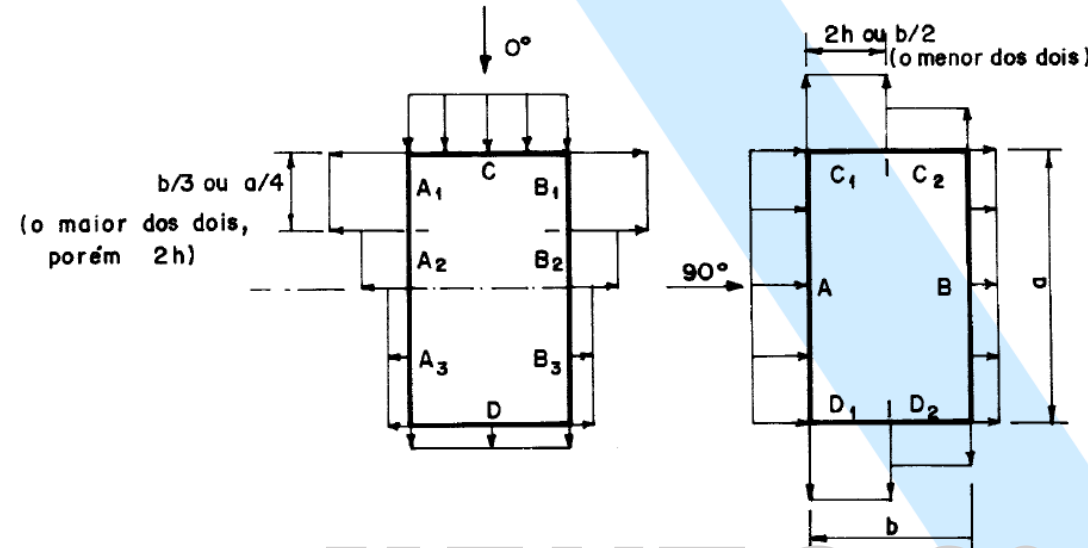
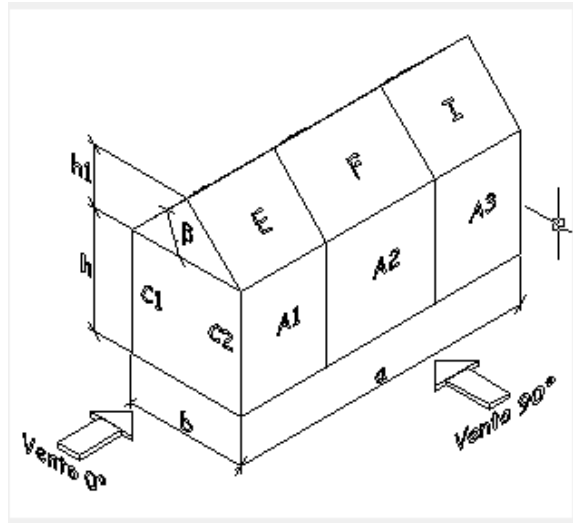


CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES C_e

ONDE? **TABELA 4 NBR 6123**



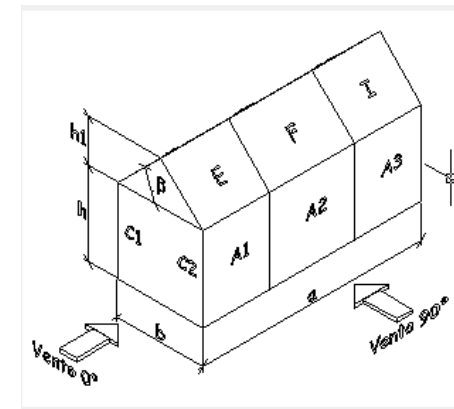
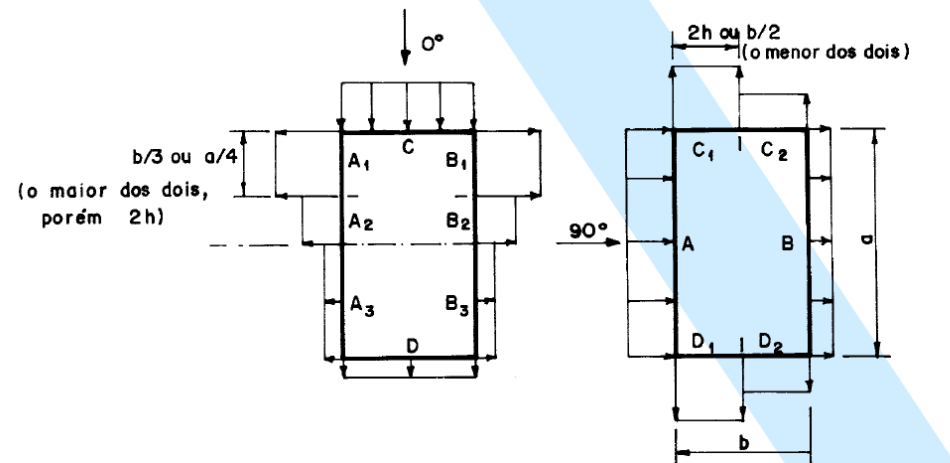
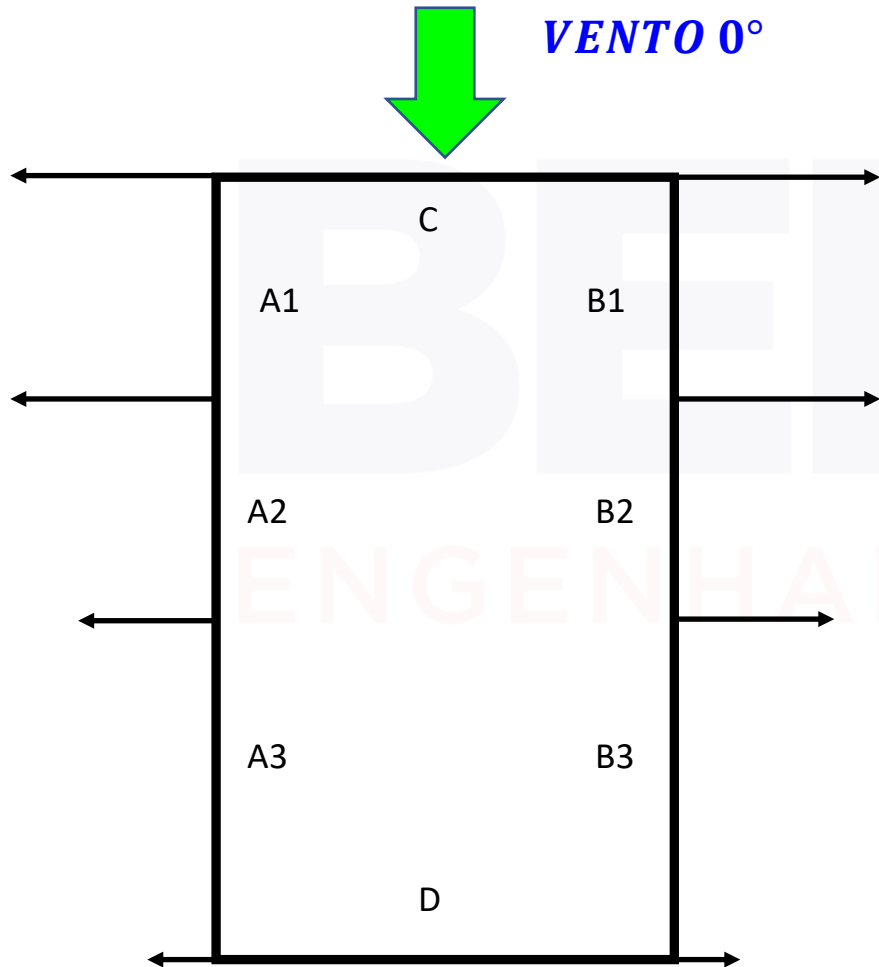
VENTO 0°

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

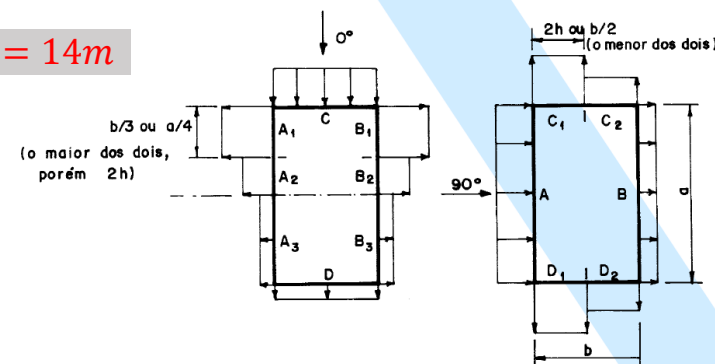
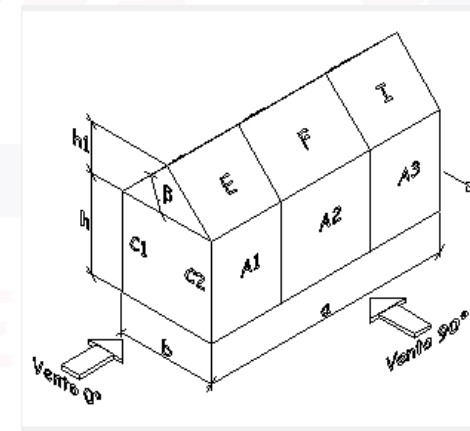
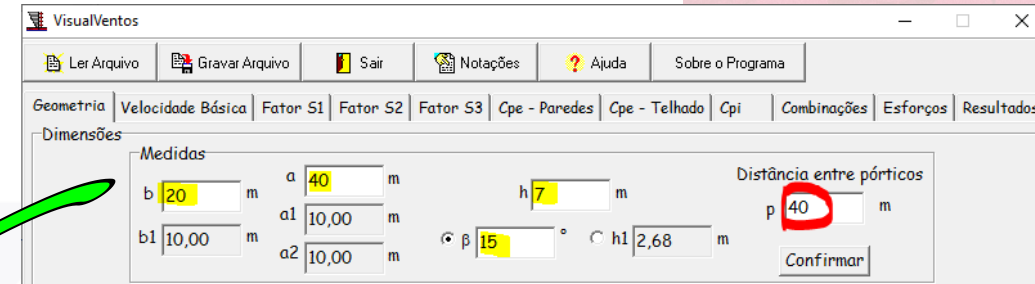
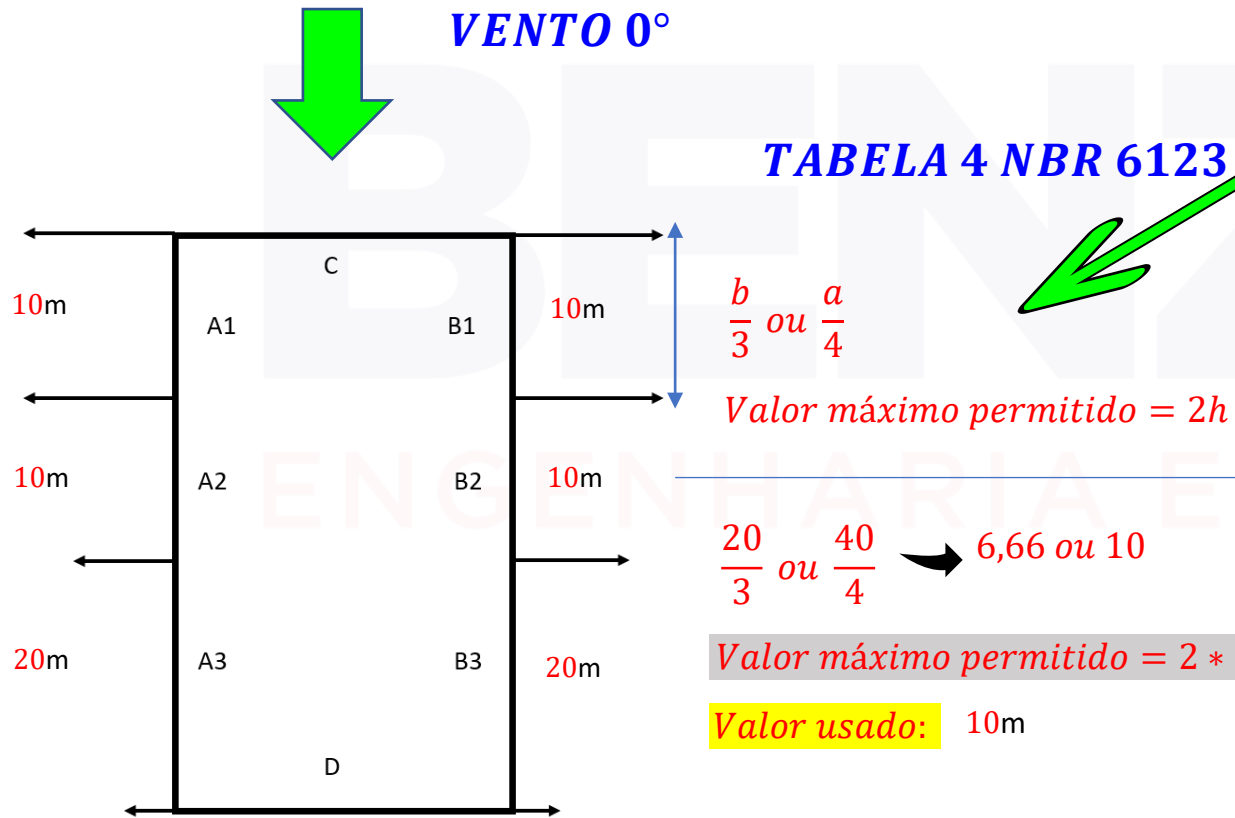
VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES C_e

VENTO 0°



PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES C_e



CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES Ce

VENTO 0°



Calcule agora o h/b

$$\frac{h}{b} = \frac{7}{20} = 0,35$$

$$0,35 < 0,5$$

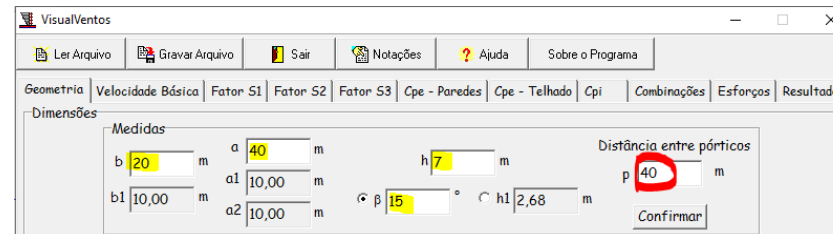
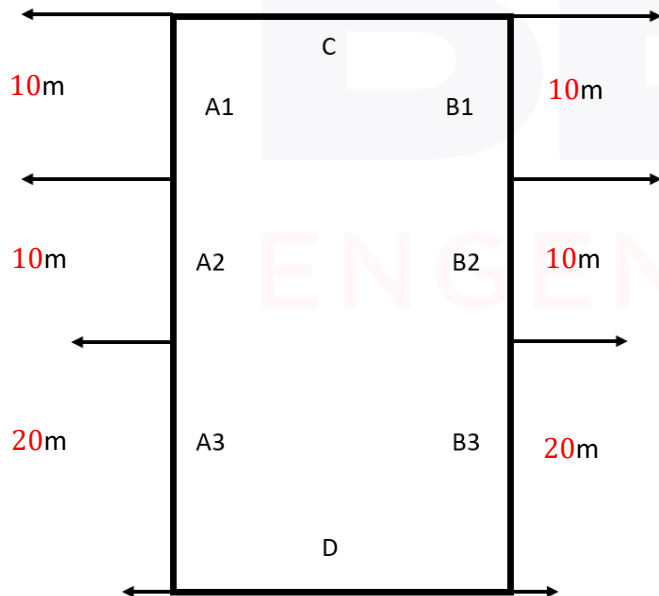


Tabela 4 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para paredes de edificações de planta retangular

Altura relativa	Valores de C _e para								C _{pe} médio
	α = 0°				α = 90°				
	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
 $2 \leq \frac{a}{b} \leq 4$	-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
 $\frac{1}{2} < \frac{h}{b} \leq \frac{3}{2}$	-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
 $\frac{3}{2} < \frac{h}{b} \leq 6$	-1,0	-0,5	+0,8	-0,3	+0,8	-0,6	-1,0	-0,6	-1,2

PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES C_e

VENTO 0°



Calcule agora o a/b

$$\frac{a}{b} = \frac{40}{20} = 2$$

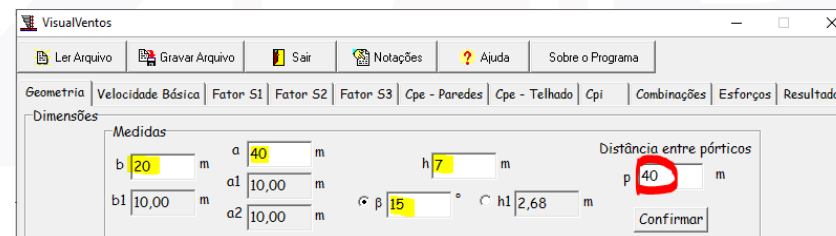
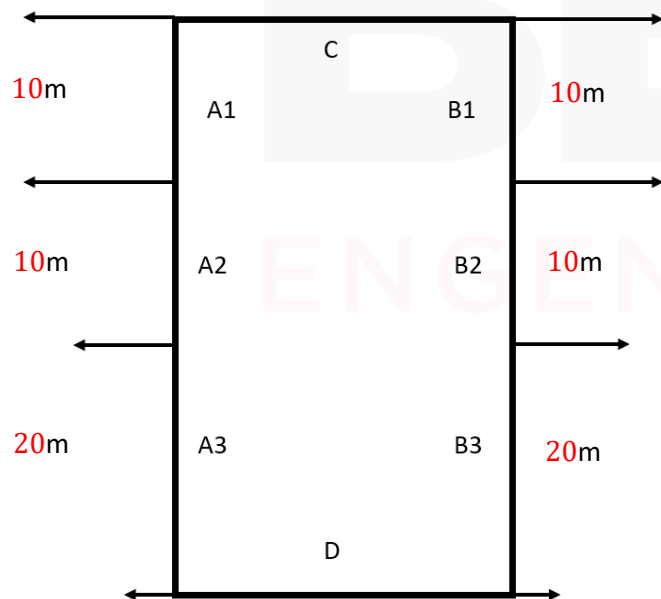


Tabela 4 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para paredes de edificações de planta retangular

Altura relativa	Valores de C_e 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) $\frac{h}{b} \leq \frac{1}{2}$	-0,8	-0,4	+0,7	-0,3	+0,7	-0,5	-0,9	-0,5	-1,0

PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES C_e

VENTO 0°



ATRIBUA OS VALORES DE C_e

A1-A2-B1-B2-C-D

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

Altura relativa	Valores de C_e 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
$2 \leq \frac{a}{b} \leq 4$	-0,8	-0,4	+0,7	-0,3	+0,7	-0,5	-0,9	-0,5	-1,0

ATRIBUA OS VALORES DE C_e

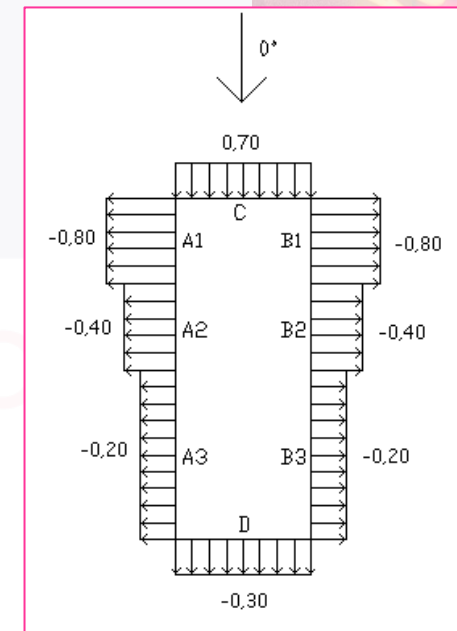
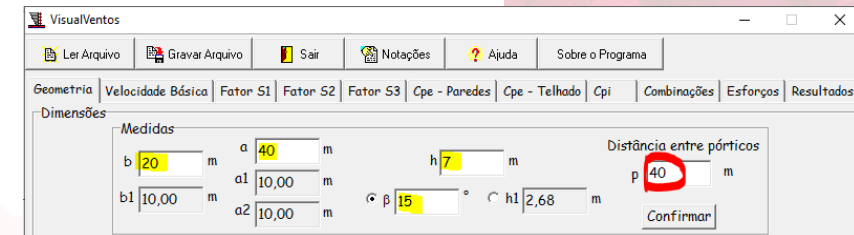
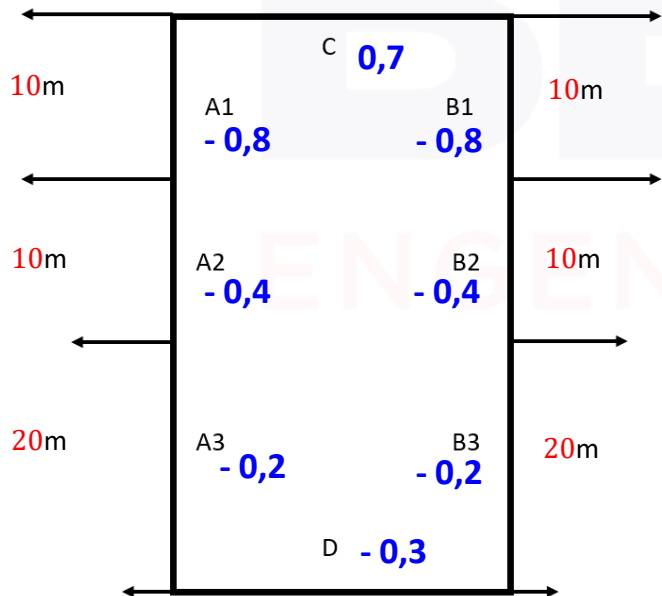
A3-B3

b) Para vento a 0°, nas partes A_3 e B_3 , o coeficiente de forma C_e tem os seguintes valores:

- para $a/b = 1$: mesmo valor das partes A_2 e B_2 ;
- para $a/b \geq 2$: $C_e = -0,2$;
- para $1 < a/b < 2$: interpolar linearmente.

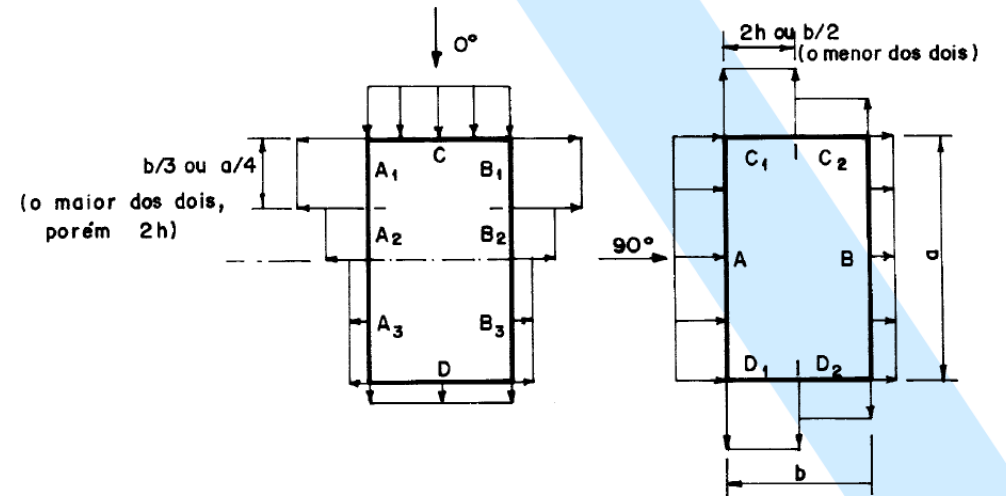
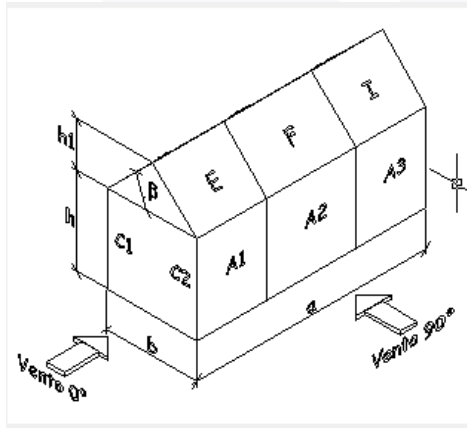
$$\frac{a}{b} = \frac{40}{20} = 2$$

Logo C_e para A3 B3 = -0,2



PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES C_e

ONDE? **TABELA 4 NBR 6123**



VENTO 90°

PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES C_e Parede

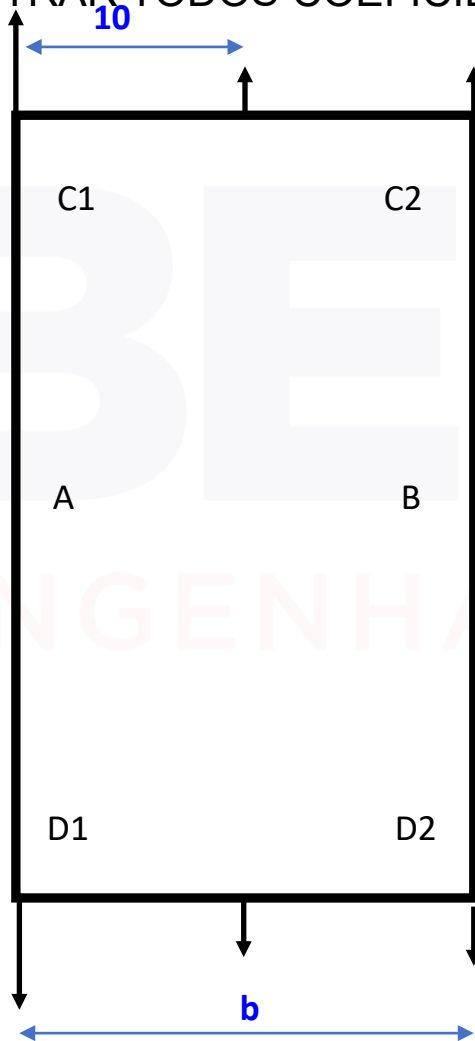
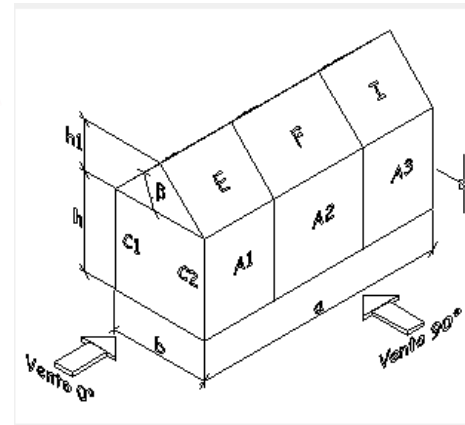
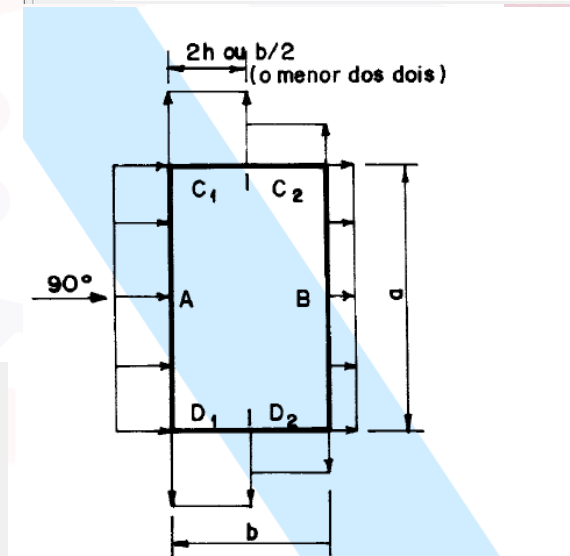
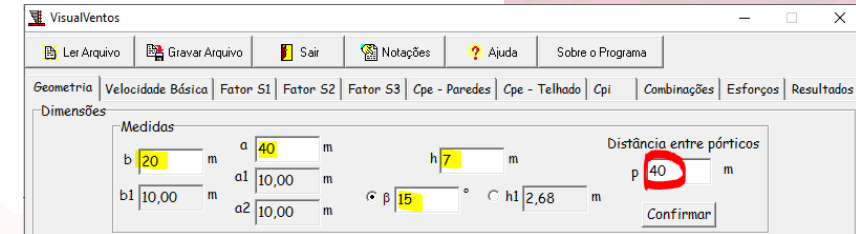


TABELA 4 NBR 6123

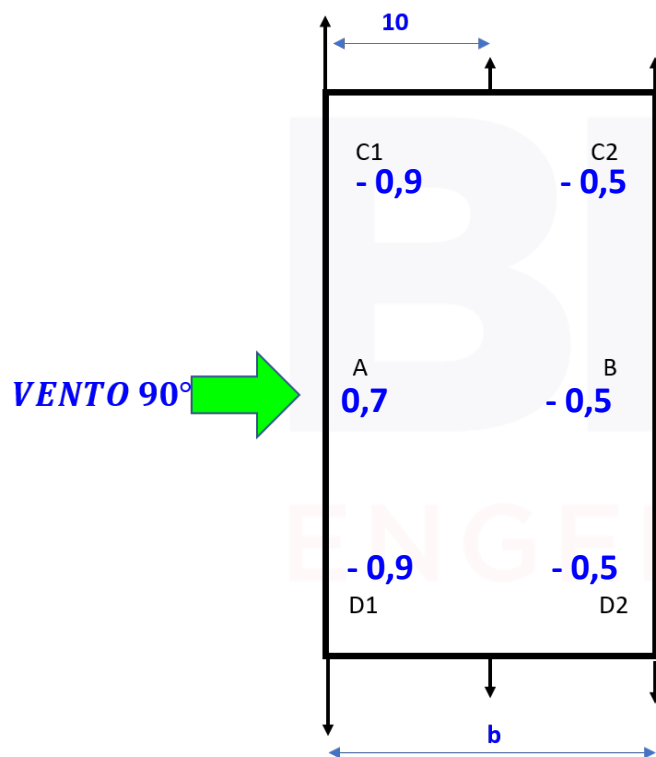
$$2 * 7 \text{ ou } \frac{20}{2}$$
$$14 \text{ ou } 10$$

Usar o menor = 10



SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
ENGINEER

PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES Ce Parede



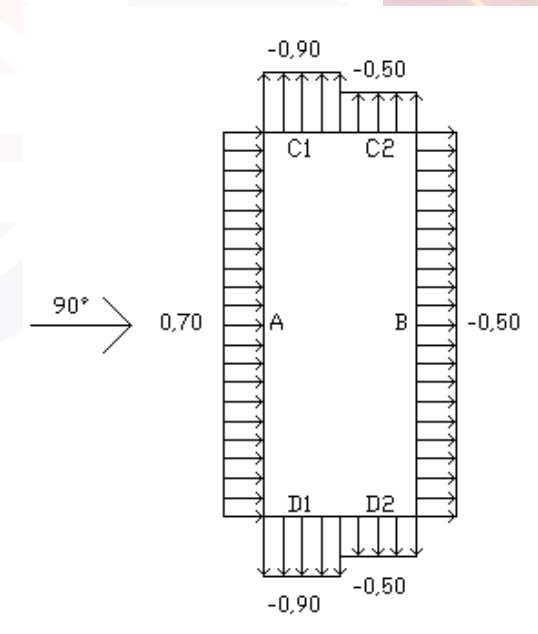
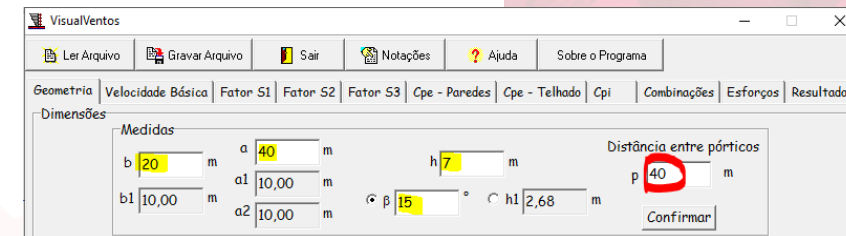
ATRIBUA OS VALORES DE Ce

A-B-C1-D1-C2-D2

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

Altura relativa	Valores de C_e 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	-0,4	+0,7	-0,5	-0,9	-0,5	-1,0

TABELA 4 NBR 6123



SEJA BEM-VINDO A

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES C_e - TELHADO

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_{pe} 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	-1,2
	10°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4	-1,2	-1,2	-1,2
	15°	-1,4	-0,4	-0,6	-0,6	-1,4	-1,2	-1,2	-1,2
	20°	-1,4	-0,4	-0,7	-0,6	-1,0	-1,2	-1,2	-1,2
	30°	-0,4	-0,4	-0,7	-0,6	-0,8	-1,2	-1,2	-1,1
	45°	+0,3	-0,5	-0,7	-0,6		-1,2	-1,2	-1,1
60°	+0,7	-0,6	-0,7	-0,6		-1,2	-1,2	-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	-1,5	-1,5	-1,0
	45°	+0,2	-0,5	-0,8	-0,8		-1,5	-1,5	-1,0
60°	+0,6	-0,5	-0,8	-0,8		-1,5	-1,5	-1,0	
	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	-1,5	-1,5	-1,2
	40°	-0,2	-0,5	-0,8	-0,7	-1,0	-1,5	-1,5	-1,2
50°	+0,2	-0,5	-0,8	-0,7		-1,5	-1,5	-1,2	
60°	+0,5	-0,5	-0,8	-0,7		-1,5	-1,5	-1,2	

Calcule h/b

$$\frac{h}{b} = \frac{7}{20} = 0,35$$

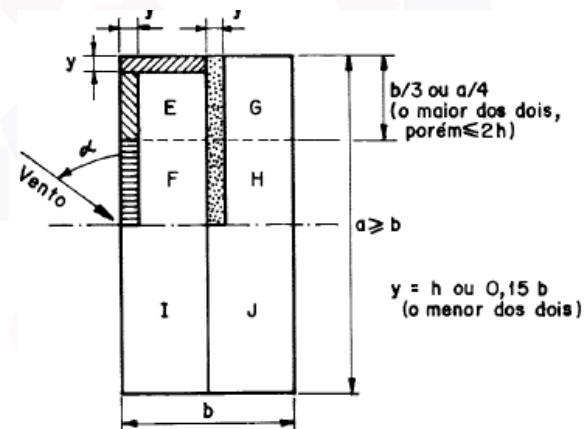


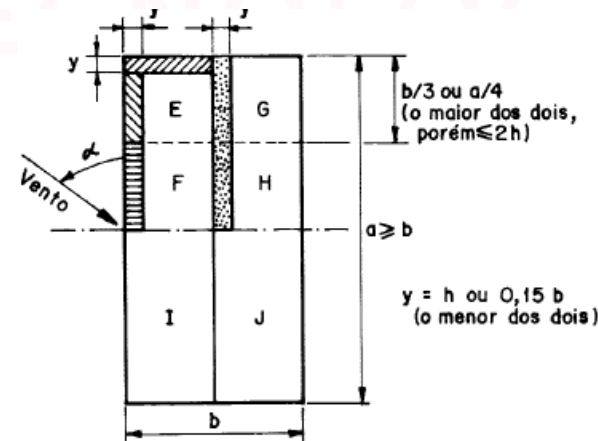
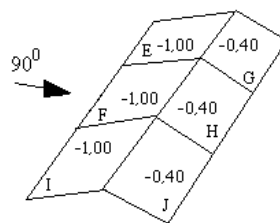
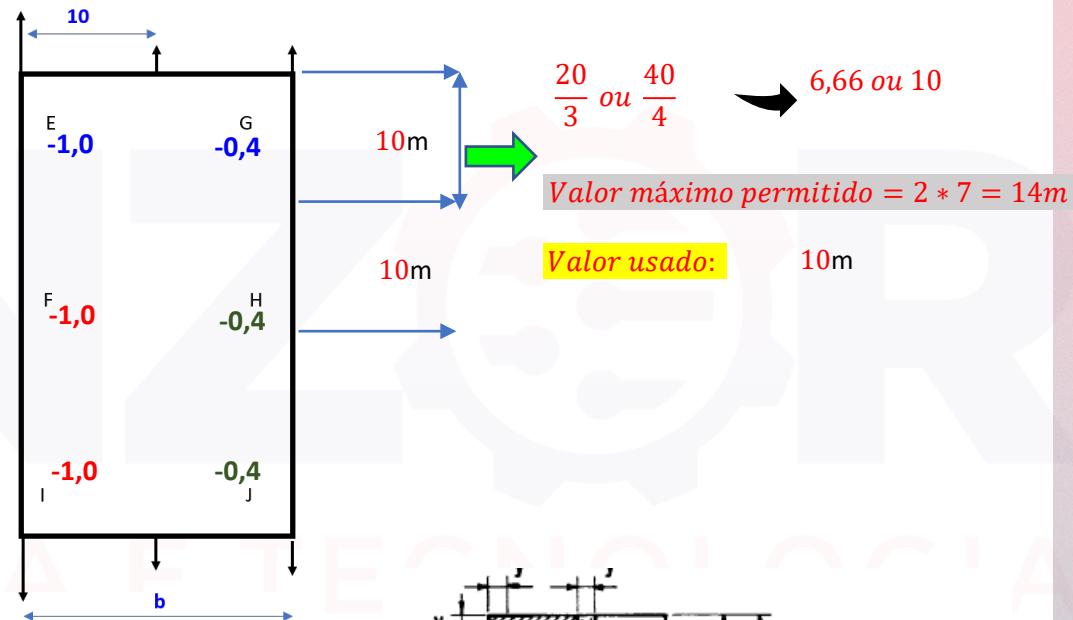
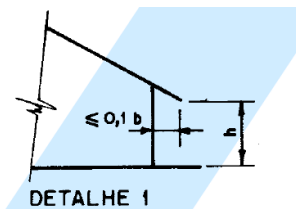
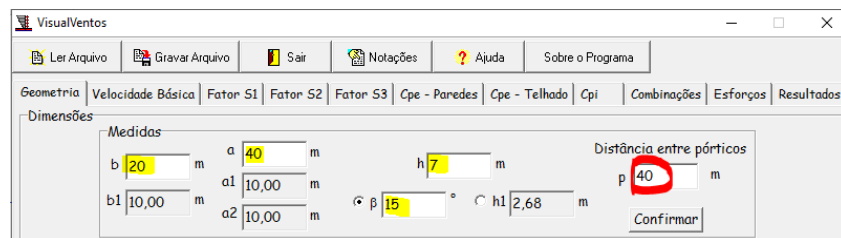
TABELA 5 NBR 6123

VENTO 90° Telhado

PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES C_e - TELHADO

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_{pe} 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	-1,2
	15°	-1,0	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4	-1,2	-1,2	-1,2
	20°	-0,4	-0,4	-0,7	-0,6	-1,0	-1,0	-1,0	-1,2
	30°	0	-0,4	-0,7	-0,6	-0,8	-0,8	-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



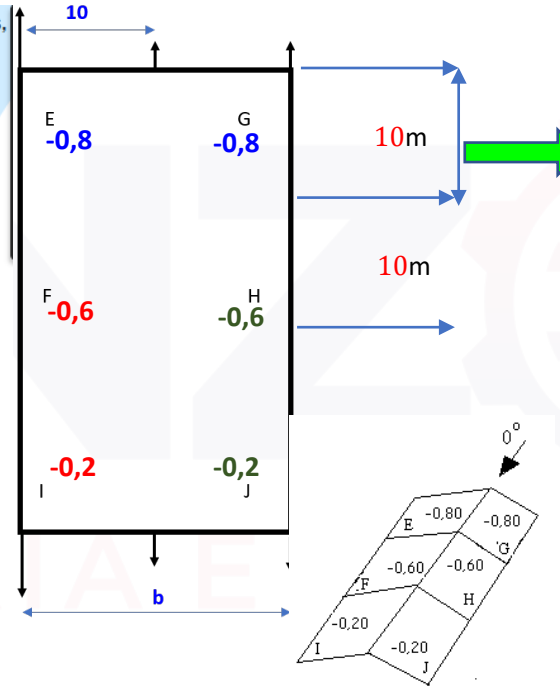
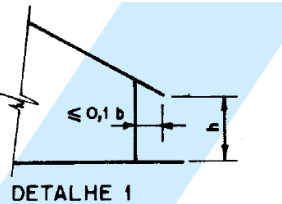
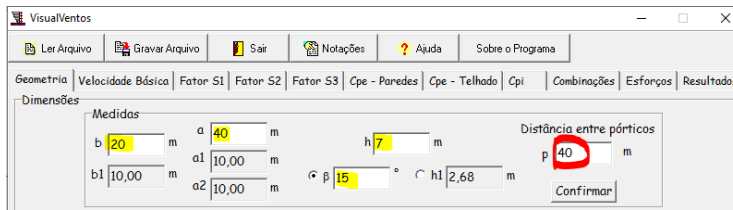
VENTO 0° Telhado

PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES C_e - TELHADO

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_{pe} 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	

TABELA 5 NBR 6123

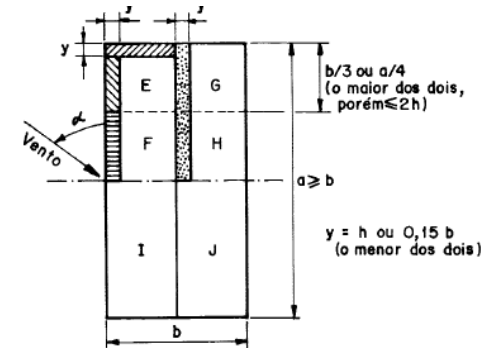


$$\frac{20}{3} \text{ ou } \frac{40}{4} \rightarrow 6,66 \text{ ou } 10$$

Valor máximo permitido = $2 * 7 = 14m$

Valor usado: 10m

- d) Para vento a 0°, nas partes tem os seguintes valores:
 $a/b = 1$: mesmo valor das partes F e H; $a/b \geq 2$: $C_e = -0,2$.
 Interpoler linearmente para valores intermediários de a/b .



PROJETISTA DE

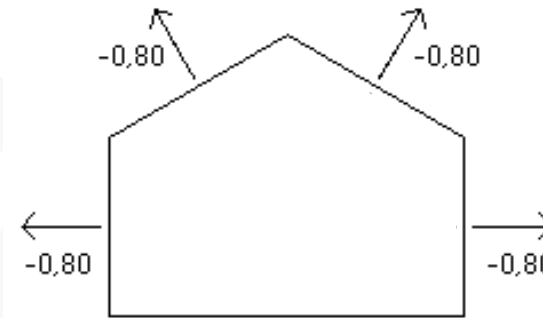
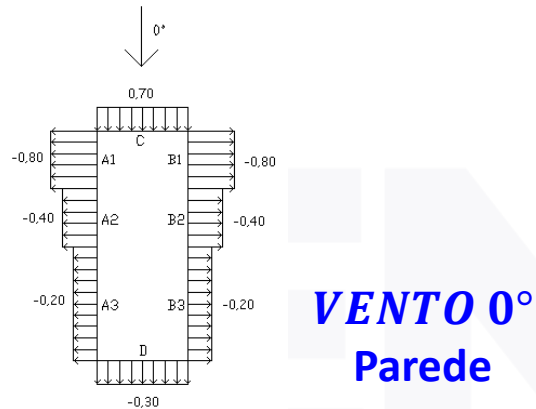
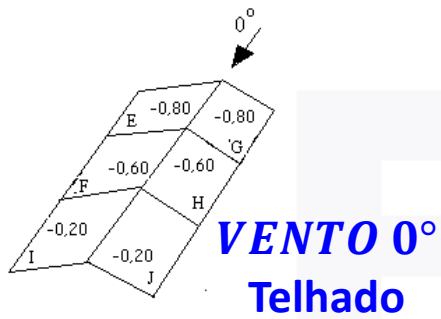
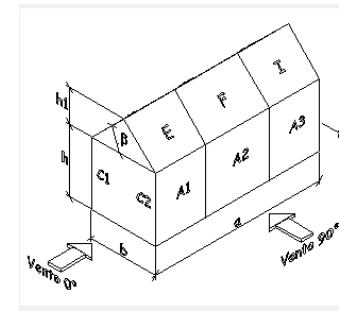
ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 18

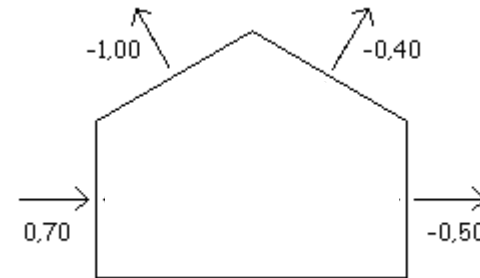
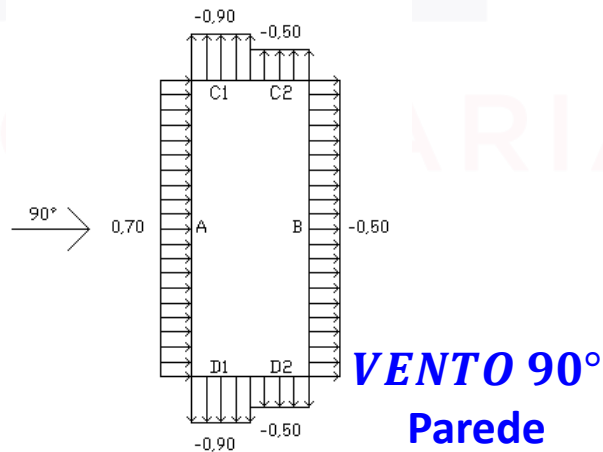
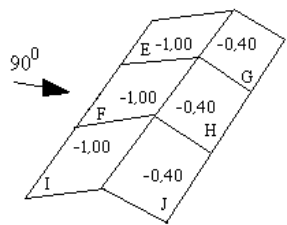
CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 7 REUNA OS DADOS



VENTO 90° Telhado



PASSO 8 COEFICIENTE DE PRESSÃO INTERNA

Coeficiente de pressão interna

C_{pi}

- Duas faces opostas igualmente permeáveis, as outras faces impermeáveis:
 - vento perpendicular a uma face permeável → C_{pi} = +0.2
 - vento perpendicular a uma face impermeável → C_{pi} = -0.3

Quatro faces igualmente permeáveis → C_{pi} = -0.3 ou 0.0

Abertura dominante em uma face, as outras faces de igual permeabilidade

- Abertura dominante na face de barlavento → C_{pi} = 0.10 ou 0.10
- Abertura dominante na face de sotavento → C_{pi} = 0.70 ou 0.70

Abertura dominante em uma face paralela ao vento

- Abertura dominante não situada em zona de alta sucção externa → C_{pi} = -0.80 ou -0.90
- Abertura dominante situada em zona de alta sucção externa → C_{pi} = -0.40 ou -0.40

- Edificações efetivamente estanques e com janelas fixas que tenham uma probabilidade desprezável de serem rompidas por acidente → C_{pi} = -0.2 ou 0.0

- Relação entre a área das aberturas e a área total da face:
 - vento a 0° → C_{pi} = à calcular
 - vento a 90° → C_{pi} = à calcular

ZER
E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

PASSO 8 RESUMO DO COEFICIENTE DE PRESSÃO INTERNA

Combinação dos Coeficientes de Pressão

Vento 0°

Cpi → -0,30

Cpi → 0,00

Copiar

Copiar

Vento 90°

Cpi → -0,30

Cpi → 0,00

Copiar

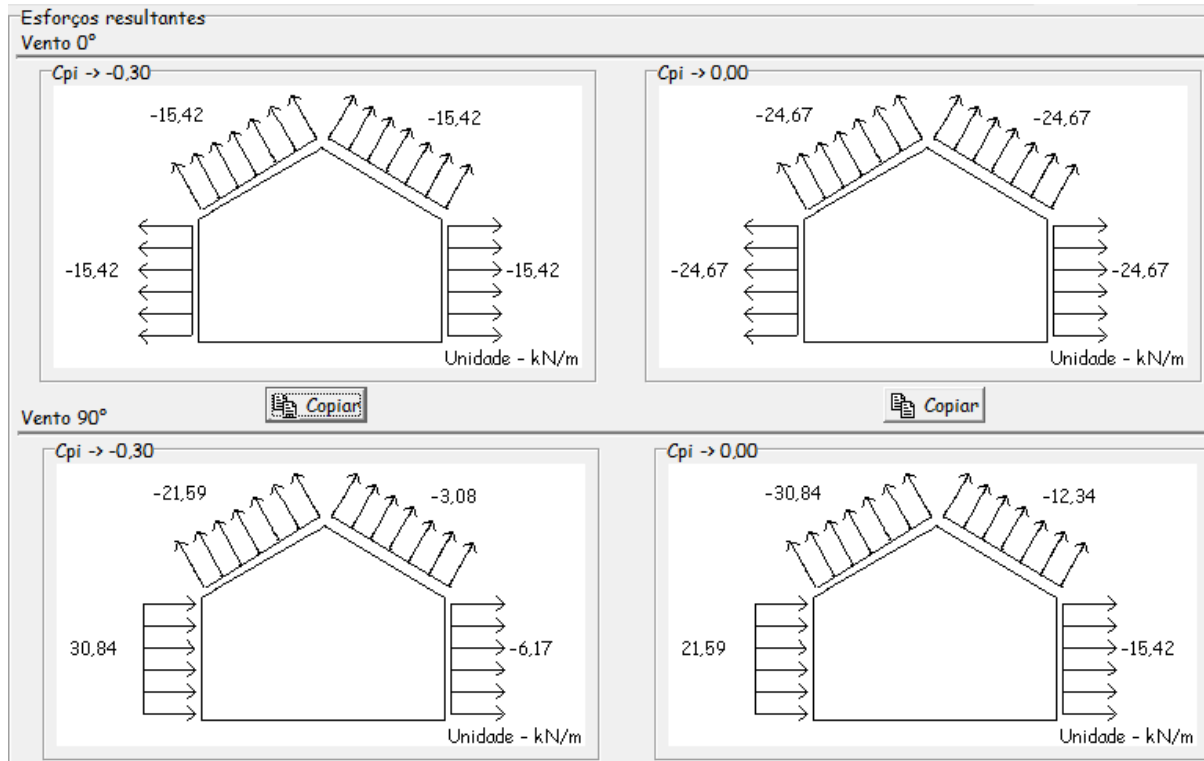
Copiar

Coeficiente de pressão interna

Cpi

- Duas faces opostas igualmente permeáveis, as outras faces impermeáveis:
 - vento perpendicular a uma face permeável → Cpi = +0,2
 - vento perpendicular a uma face impermeável → Cpi = -0,3
- Quatro faces igualmente permeáveis → Cpi = -0,3 ou 0,0

PASSO 8 RESUMO DO COEFICIENTE DE PRESSÃO INTERNA

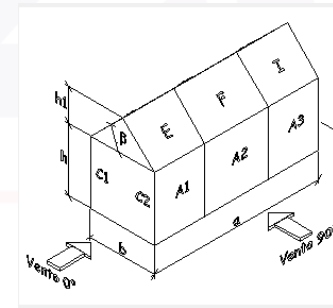


Como isso foi calculado?

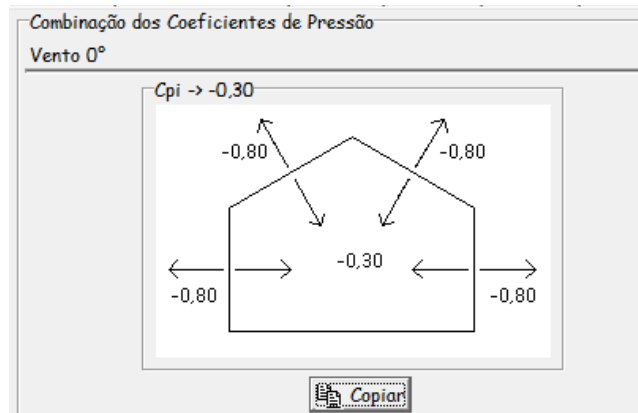
$$ql = (C_e - C_i) * q * l = \text{KN/m}$$

l = comprimento entre porticos

q = calculado no passo 2



PASSO 9 CÁLCULO DO q_l



Como isso foi calculado?

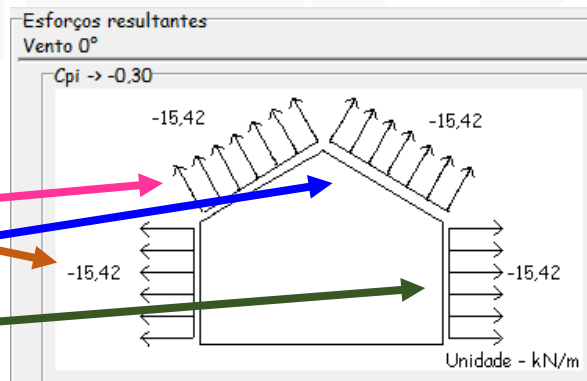
$$q_l = (C_e - C_1) * q * l = KN/m$$

$$q_l = (-0,8 - (-0,3)) * 0,772 * 40 = -15,44KN/m$$

$$q_l = (-0,8 - (-0,3)) * 0,772 * 40 = -15,44KN/m$$

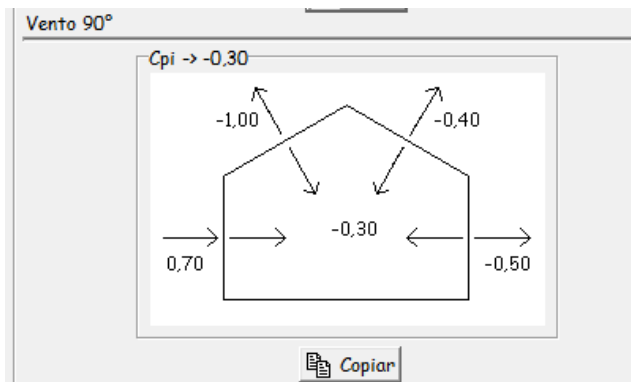
$$q_l = (-0,8 - (-0,3)) * 0,772 * 40 = -15,44KN/m$$

$$q_l = (-0,8 - (-0,3)) * 0,772 * 40 = -15,44KN/m$$



VENTO 90°

PASSO 9 CÁLCULO DO ql



Como isso foi calculado?

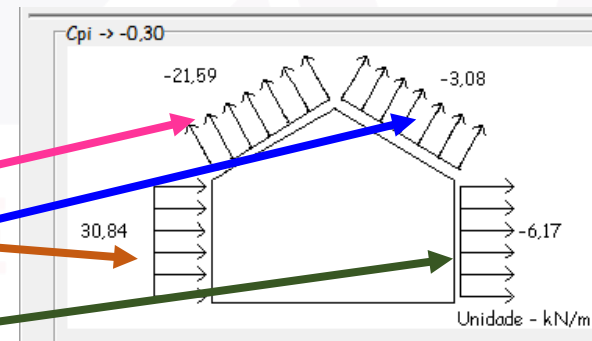
$$ql = (C_e - C_{i1}) * q * l = KN/m$$

$$ql = (0,7 - (-0,3)) * 0,772 * 40 = 30,88KN/m$$

$$ql = (-1,0 - (-0,3)) * 0,772 * 40 = -21,61KN/m$$

$$ql = (-0,4 - (-0,3)) * 0,772 * 40 = -3,08KN/m$$

$$ql = (-0,5 - (-0,3)) * 0,772 * 40 = -6,17KN/m$$



PROJETISTA DE

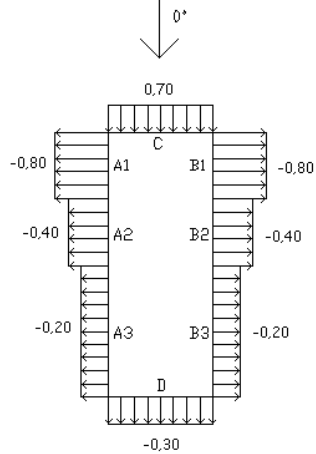
ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 19

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO FUNDO DA ESTRUTURA

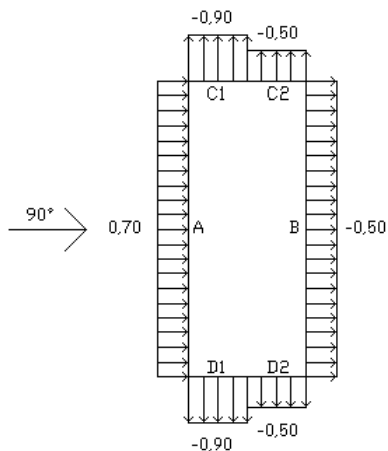
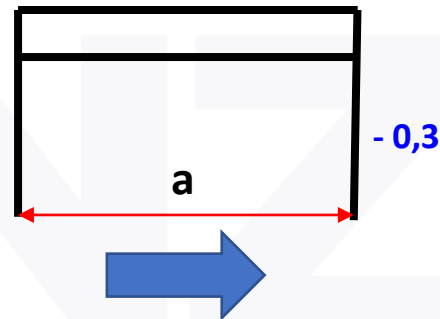
PASSO 10 COEFICIENTE DE PRESSÃO EXTERNA NOS FUNDOS



VENTO 0°
Parede



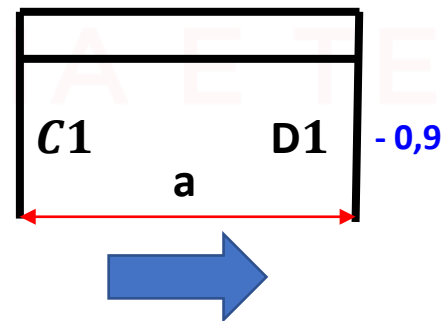
+ 0,7



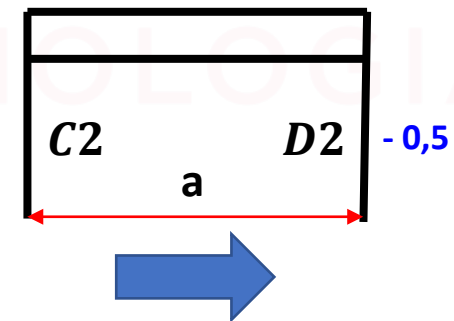
VENTO 90°
Parede



-0,9



-0,5



PASSO 10 COEFICIENTE DE PRESSÃO INTERNA NOS FUNDOS

Coeficiente de pressão interna

Cpi

- Duas faces opostas igualmente permeáveis, as outras faces impermeáveis:
 - vento perpendicular a uma face permeável → $C_{pi} = +0.2$
 - vento perpendicular a uma face impermeável → $C_{pi} = -0.3$

Quatro faces igualmente permeáveis → $C_{pi} = -0.3$ ou 0.0

Abertura dominante em uma face, as outras faces de igual permeabilidade

- Abertura dominante na face de barlavento → $C_{pi} = 0.10$ ou 0.10
- Abertura dominante na face de sotavento → $C_{pi} = 0.70$ ou 0.70

Abertura dominante em uma face paralela ao vento

- Abertura dominante não situada em zona de alta sucção externa → $C_{pi} = -0.80$ ou -0.90
- Abertura dominante situada em zona de alta sucção externa → $C_{pi} = -0.40$ ou -0.40

- Edificações efetivamente estanques e com janelas fixas que tenham uma probabilidade desprezável de serem rompidas por acidente → $C_{pi} = -0.2$ ou 0.0

- Relação entre a área das aberturas e a área total da face:
 - vento a 0° → C_{pi} = à calcular
 - vento a 90° → C_{pi} = à calcular

ZER
E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO FUNDO DA ESTRUTURA

PASSO 10 CÁLCULO DE CARGAS NOS FUNDOS

Combinação dos Coeficientes de Pressão

Vento 0°

Cpi -> -0,30

+0,7	-0,3	-0,3
a		

Copiar

Cpi -> 0,00

+0,7	0,0	-0,3
a		

Copiar

Vento 90°

Cpi -> -0,30

C1		D1
-0,9	-0,3	-0,9
a		

Copiar

Cpi -> 0,00

C1		D1
-0,9	0	-0,9
a		

Copiar

Cpi -> -0,30

C2		D2
-0,5	-0,3	-0,5
a		

Copiar

Cpi -> 0,00

C2		D2
-0,5	0,0	-0,5
a		

Copiar

Coeficiente de pressão interna

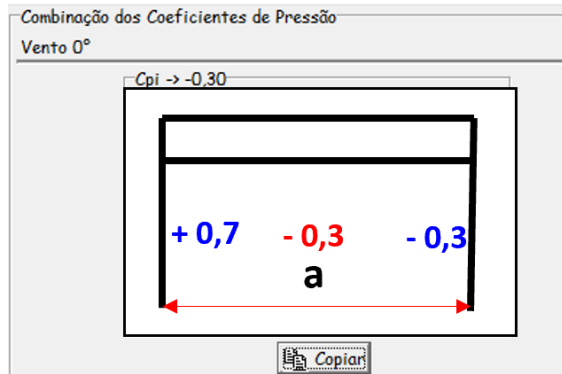
Cpi

- Duas faces opostas igualmente permeáveis, as outras faces impermeáveis:
 - vento perpendicular a uma face permeável -> Cpi = +0,2
 - vento perpendicular a uma face impermeável -> Cpi = -0,3
- Quatro faces igualmente permeáveis -> Cpi = -0,3 ou 0,0

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

VENTO FUNDO DA ESTRUTURA

PASSO 10 CÁLCULO DE CARGAS NOS FUNDOS



Como calcular?



$$ql = (C_e - C_1) * q * l = KN/m$$

$$ql = (0,7 - (-0,3)) * 0,772 = 0,772KN/m^2$$

$$ql = (-0,3 - (-0,3)) * 0,772 = 0KN/m^2$$

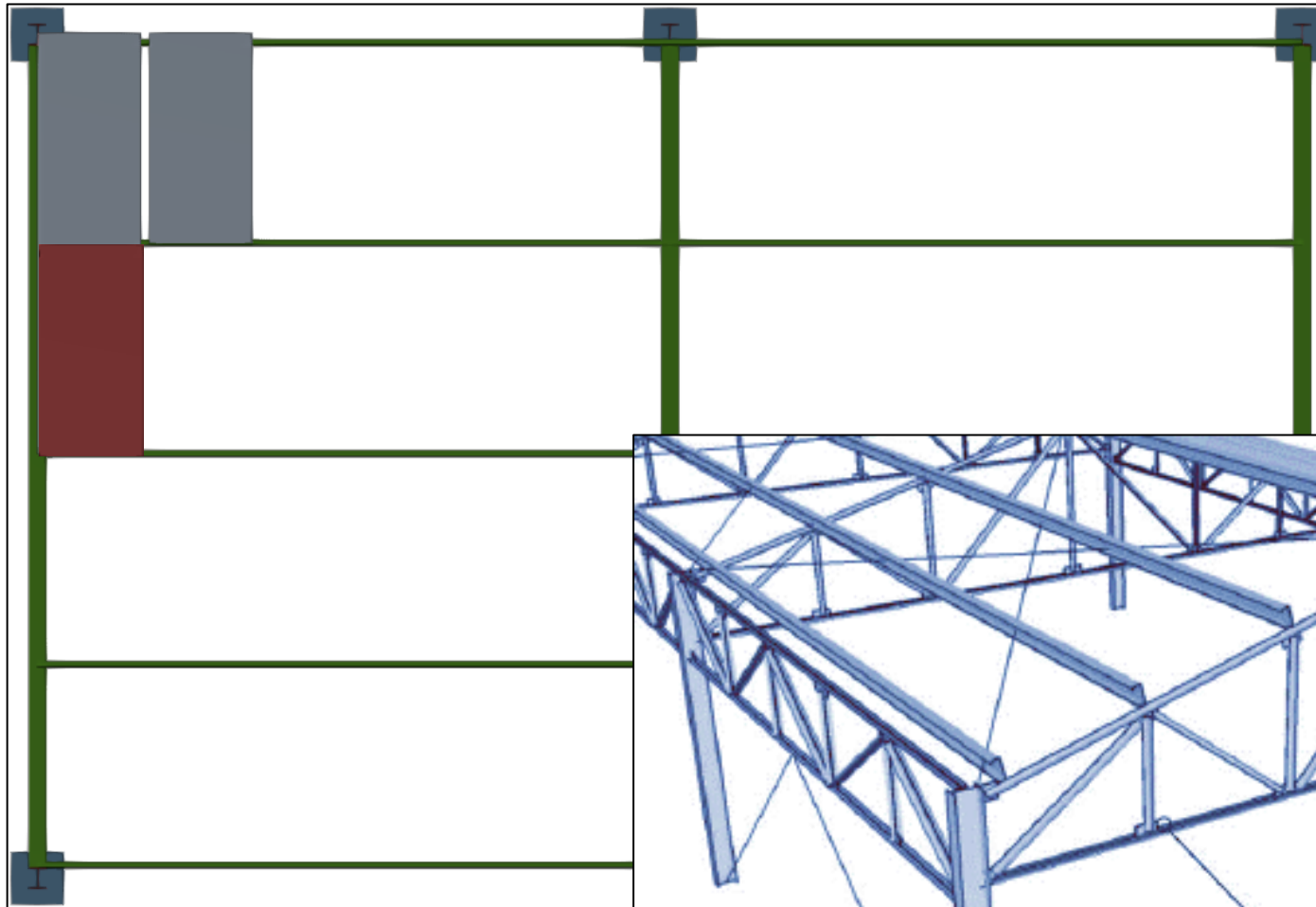
PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 20

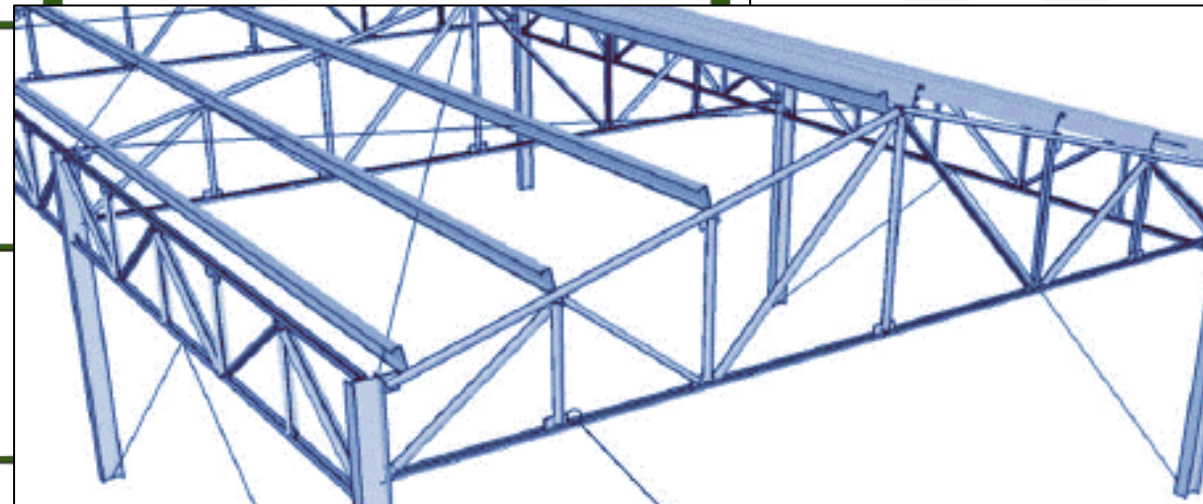
CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS



O QUE VOCÊ PRECISA SABER?

- Comprimento entre apoios
- Largura
- Espessura
- Peso por área
- Número de apoios



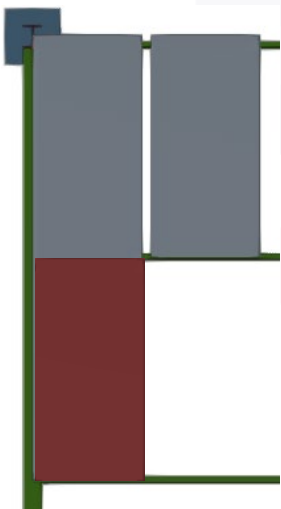
CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

👉 O QUE VOCÊ PRECISA SABER?

- Comprimento entre apoios
- Largura
- Espessura
- Peso por área
- Número de apoios

COMPRIENTO ENTRE APOIOS



TELHA TRAPEZOIDAL 40 - Conforme Norma NBR 14514
Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m ²)	Peso (kg/ml)	I (cm ⁴ /m)	W (cm ³ /m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)											
						1750		2000		2250		2500		2750		3000	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	3,90	3,86	10,4898	3,746	2	176	158	135	106	107	74	86	54	65	41	50	31
					3	176	176	135	135	107	107	86	86	71	71	60	60
					4	220	220	169	169	133	133	108	102	89	77	75	59
0,50	4,56	4,52	12,1631	4,344	2	204	183	156	123	124	86	100	63	75	47	58	36
					3	204	204	156	156	124	124	100	100	83	83	70	70
					4	255	255	195	195	154	154	125	119	103	89	87	69
0,65	6,00	5,94	15,7169	5,613	2	264	236	202	158	160	111	129	81	98	61	75	47
					3	264	264	202	202	160	160	129	129	107	107	90	90
					4	330	330	253	253	200	200	162	153	134	115	112	89
0,80	7,43	7,36	19,2278	6,867	2	323	289	247	194	195	136	158	99	119	75	92	57
					3	323	323	247	247	195	195	158	158	131	131	110	110
					4	404	404	309	309	244	244	198	187	163	141	137	108
0,95	8,86	8,77	22,6961	8,106	2	381	341	292	229	231	161	187	117	141	88	108	68
					3	381	381	292	292	231	231	187	187	154	154	130	130
					4	476	476	365	365	288	288	233	221	193	166	162	128
1,25	11,69	11,58	29,5074	10,538	2	496	444	379	297	300	209	243	152	183	114	141	88
					3	496	496	379	379	300	300	243	243	201	201	169	169
					4	619	619	474	474	375	375	303	288	251	216	211	166

* = Incluindo sobreposição (Larg. útil de 980 mm)

F - Fechamento C - Cobertura

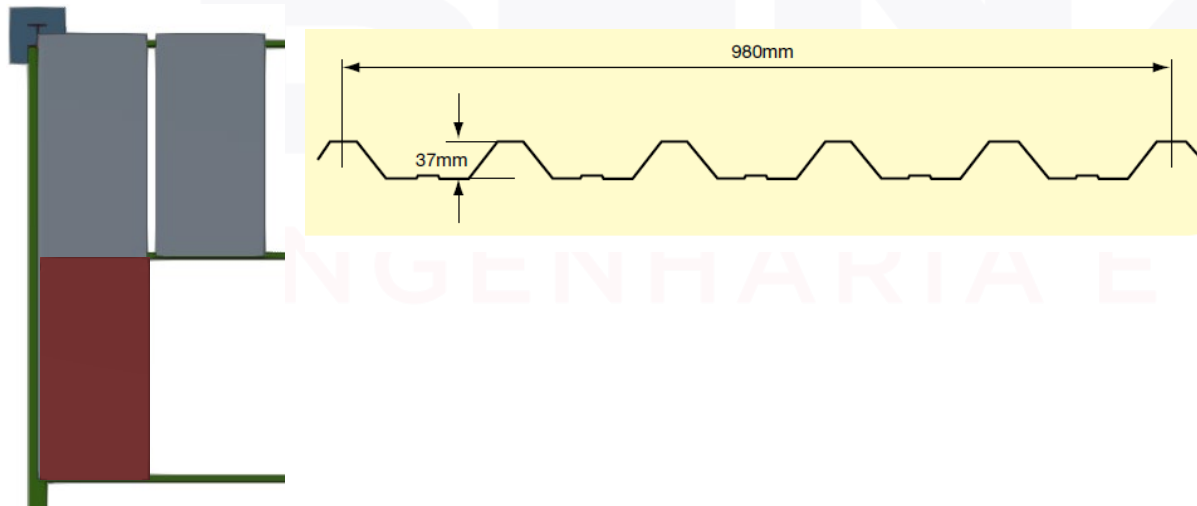
CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

👉 O QUE VOCÊ PRECISA SABER?

- Comprimento entre apoios
- Largura
- Espessura
- Peso por área
- Número de apoios

LARGURA



CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

👉 O QUE VOCÊ PRECISA SABER?

- Comprimento entre apoios
- Largura
- Espessura
- Peso por área
- Número de apoios

ESPESSURA

TELHA TRAPEZOIDAL 40 - Conforme Norma NBR 14514
Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m ²)	Peso (kg/ml)	I (cm ² /m)	W (cm ² /m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)											
						1750		2000		2250		2500		2750		3000	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	3,90	3,86	10,4898	3,746	2	176	158	135	106	107	74	86	54	65	41	50	31
					3	176	176	135	135	107	107	86	86	71	71	60	60
					4	220	220	169	169	133	133	108	102	89	77	75	59
0,50	4,56	4,52	12,1631	4,344	2	204	183	156	123	124	86	100	63	75	47	58	36
					3	204	204	156	156	124	124	100	100	83	83	70	70
					4	255	255	195	195	154	154	125	119	103	89	87	69
0,65	6,00	5,94	15,7169	5,613	2	264	236	202	158	160	111	129	81	98	61	75	47
					3	264	264	202	202	160	160	129	129	107	107	90	90
					4	330	330	253	253	200	200	162	153	134	115	112	89
0,80	7,43	7,36	19,2278	6,867	2	323	289	247	194	195	136	158	99	119	75	92	57
					3	323	323	247	247	195	195	158	158	131	131	110	110
					4	404	404	309	309	244	244	198	187	163	141	137	108
0,95	8,86	8,77	22,6961	8,106	2	381	341	292	229	231	161	187	117	141	88	108	68
					3	381	381	292	292	231	231	187	187	154	154	130	130
					4	476	476	365	365	288	288	233	221	193	166	162	128
1,25	11,69	11,58	29,5074	10,538	2	496	444	379	297	300	209	243	152	183	114	141	88
					3	496	496	379	379	300	300	243	243	201	201	169	169
					4	619	619	474	474	375	375	303	288	251	216	211	166

* = Incluindo sobreposição (Larg. útil de 980 mm)

F - Fechamento C - Cobertura

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

👉 O QUE VOCÊ PRECISA SABER?

- Comprimento entre apoios
- Largura
- Espessura
- Peso por área
- Número de apoios

PESO POR ÁREA

TELHA TRAPEZOIDAL 40 - Conforme Norma NBR 14514
Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m ²)	Peso (kg/ml)	I (cm ² /m)	W (cm ³ /m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)											
						1750		2000		2250		2500		2750		3000	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	3,90	3,86	10,4898	3,746	2	176	158	135	106	107	74	86	54	65	41	50	31
					3	176	176	135	135	107	107	86	86	71	71	60	60
					4	220	220	169	169	133	133	108	102	89	77	75	59
0,50	4,56	4,52	12,1631	4,344	2	204	183	156	123	124	86	100	63	75	47	58	36
					3	204	204	156	156	124	124	100	100	83	83	70	70
					4	255	255	195	195	154	154	125	119	103	89	87	69
0,65	6,00	5,94	15,7169	5,613	2	264	236	202	158	160	111	129	81	98	61	75	47
					3	264	264	202	202	160	160	129	129	107	107	90	90
					4	330	330	253	253	200	200	162	153	134	115	112	89
0,80	7,43	7,36	19,2278	6,867	2	323	289	247	194	195	136	158	99	119	75	92	57
					3	323	323	247	247	195	195	158	158	131	131	110	110
					4	404	404	309	309	244	244	198	187	163	141	137	108
0,95	8,86	8,77	22,6961	8,106	2	381	341	292	229	231	161	187	117	141	88	108	68
					3	381	381	292	292	231	231	187	187	154	154	130	130
					4	476	476	365	365	288	288	233	221	193	166	162	128
1,25	11,69	11,58	29,5074	10,538	2	496	444	379	297	300	209	243	152	183	114	141	88
					3	496	496	379	379	300	300	243	243	201	201	169	169
					4	619	619	474	474	375	375	303	288	251	216	211	166

* = Incluindo sobreposição (Larg. útil de 980 mm)

F - Fechamento C - Cobertura

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

👉 O QUE VOCÊ PRECISA SABER?

- Comprimento entre apoios
- Largura
- Espessura
- Peso por área
- Número de apoios

NÚMERO DE APOIOS

TELHA TRAPEZOIDAL 40 - Conforme Norma NBR 14514
Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m ²)	Peso (kg/ml)	I (cm ² /m)	W (cm ² /m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)											
						1750		2000		2250		2500		2750		3000	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	3,90	3,86	10,4898	3,746	2	176	158	135	106	107	74	86	54	65	41	50	31
					3	176	176	135	135	107	107	86	86	71	71	60	60
					4	220	220	169	169	133	133	108	102	89	77	75	59
0,50	4,56	4,52	12,1631	4,344	2	204	183	156	123	124	86	100	63	75	47	58	36
					3	204	204	156	156	124	124	100	100	83	83	70	70
					4	255	255	195	195	154	154	125	119	103	89	87	69
0,65	6,00	5,94	15,7169	5,613	2	264	236	202	158	160	111	129	81	98	61	75	47
					3	264	264	202	202	160	160	129	129	107	107	90	90
					4	330	330	253	253	200	200	162	153	134	115	112	89
0,80	7,43	7,36	19,2278	6,867	2	323	289	247	194	195	136	158	99	119	75	92	57
					3	323	323	247	247	195	195	158	158	131	131	110	110
					4	404	404	309	309	244	244	198	187	163	141	137	108
0,95	8,86	8,77	22,6961	8,106	2	381	341	292	229	231	161	187	117	141	88	108	68
					3	381	381	292	292	231	231	187	187	154	154	130	130
					4	476	476	365	365	288	288	233	221	193	166	162	128
1,25	11,69	11,58	29,5074	10,538	2	496	444	379	297	300	209	243	152	183	114	141	88
					3	496	496	379	379	300	300	243	243	201	201	169	169
					4	619	619	474	474	375	375	303	288	251	216	211	166

* = Incluindo sobreposição (Larg. útil de 980 mm)

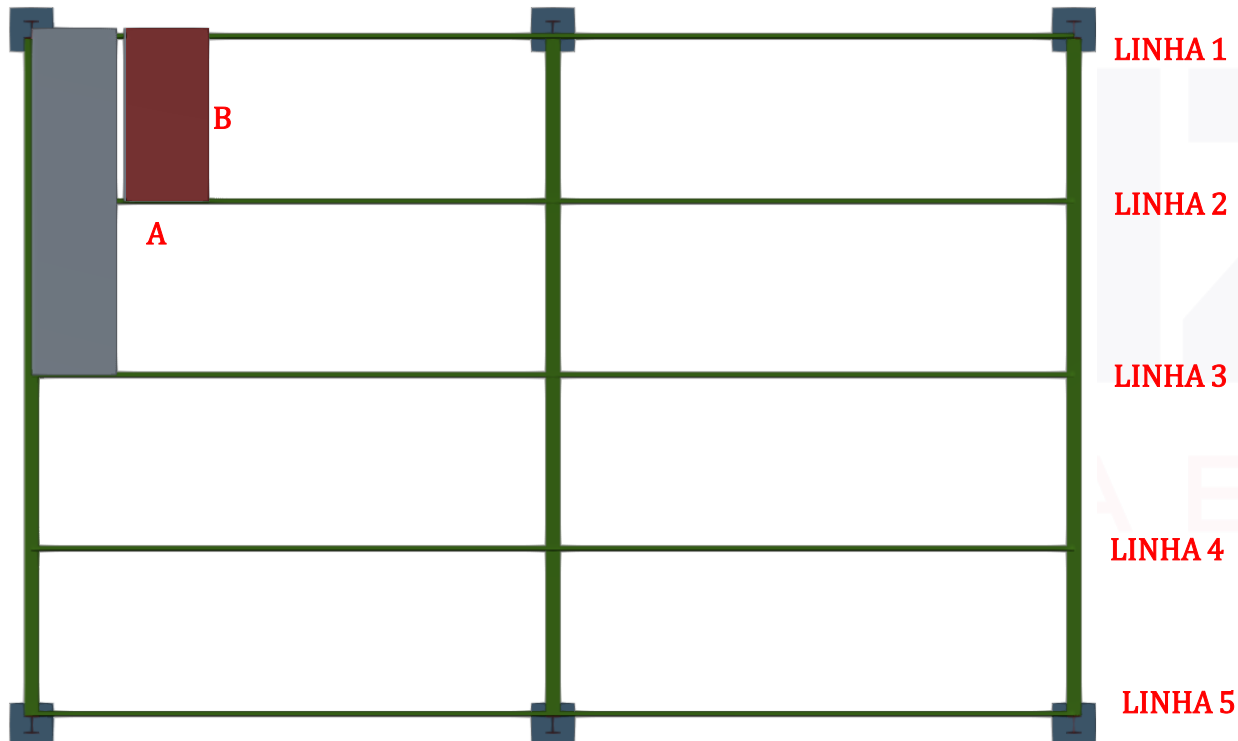
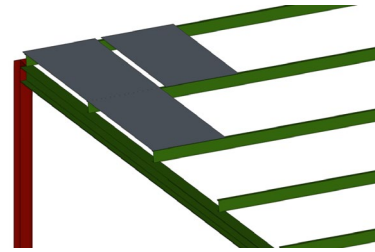
F - Fechamento C - Cobertura

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

TIPOS DE CARGAS QUE PODEM SER USADAS

- OPÇÃO 1 – Kgf/m² - CATÁLOGO 6kg/m² Telha 0,65mm
- OPÇÃO 2 – Kgf/m



COMO CALCULAR A CARGA **OPÇÃO 2**

LINHA 1 $Q = \frac{6Kgf}{m^2} = \frac{6Kgf}{a * b}$ Esforço desejado na direção A

ÁREA

Se deseja encontrar o esforço na direção **A** deve se multiplicar por **B**

Se deseja encontrar o esforço na direção **B** deve se multiplicar por **A**

$$= \frac{6Kgf}{a * b} * b$$

Atenção esse equacionamento é apenas didático para que você entenda por qual dimensão deve multiplicar para encontrar o esforço na direção desejada

Se **B** vale 2m

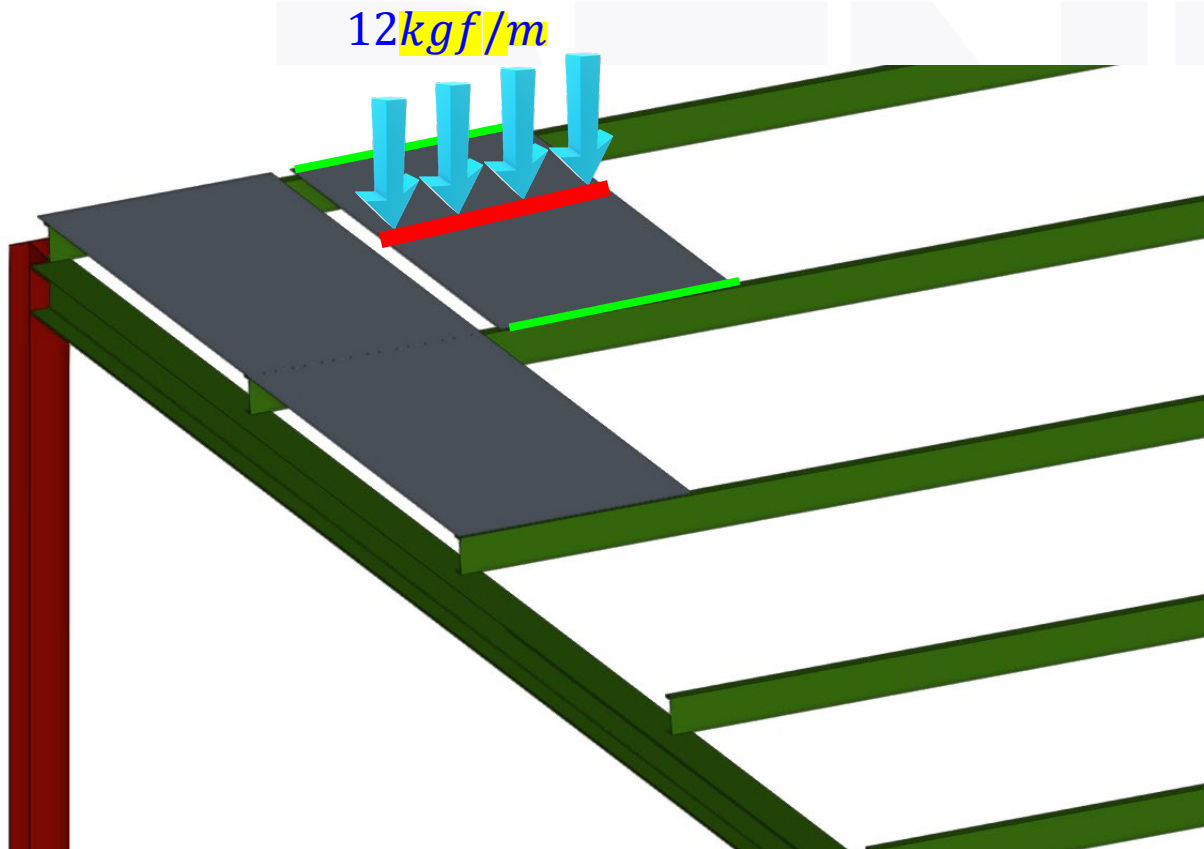
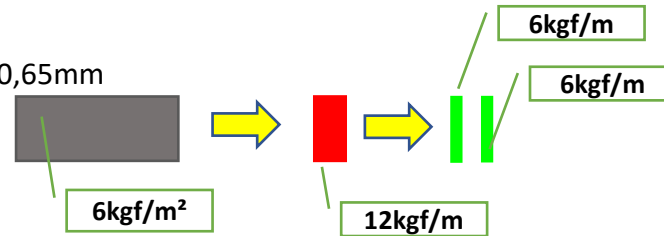
$$Q = \frac{6Kgf}{m^2} * b = \frac{6Kgf}{m^2} * 2m = 12kgf/m$$

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

TIPOS DE CARGAS

- OPÇÃO 1 – Kg/m^2 - CATÁLOGO $6\text{kg}/\text{m}^2$ Telha 0,65mm
- OPÇÃO 2 – Kg/m
- OPÇÃO 3 - Kg

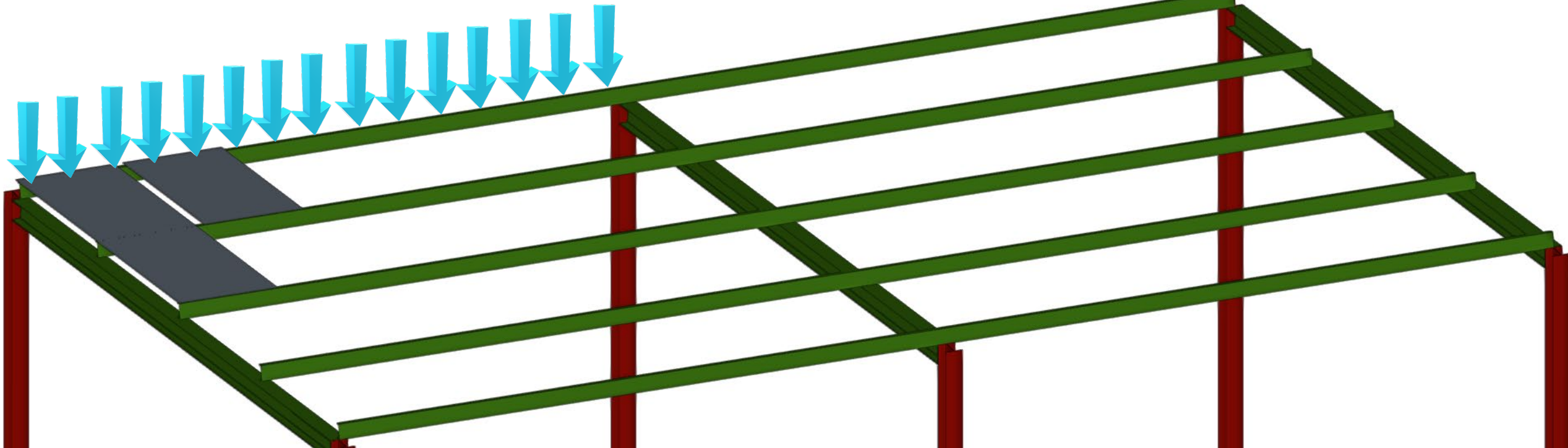


CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

👉 COMO CALCULAR A CARGA **OPÇÃO 2**

COMO SABER O ESFORÇO AO LONGO DE TODA TERÇA LINHA 1?

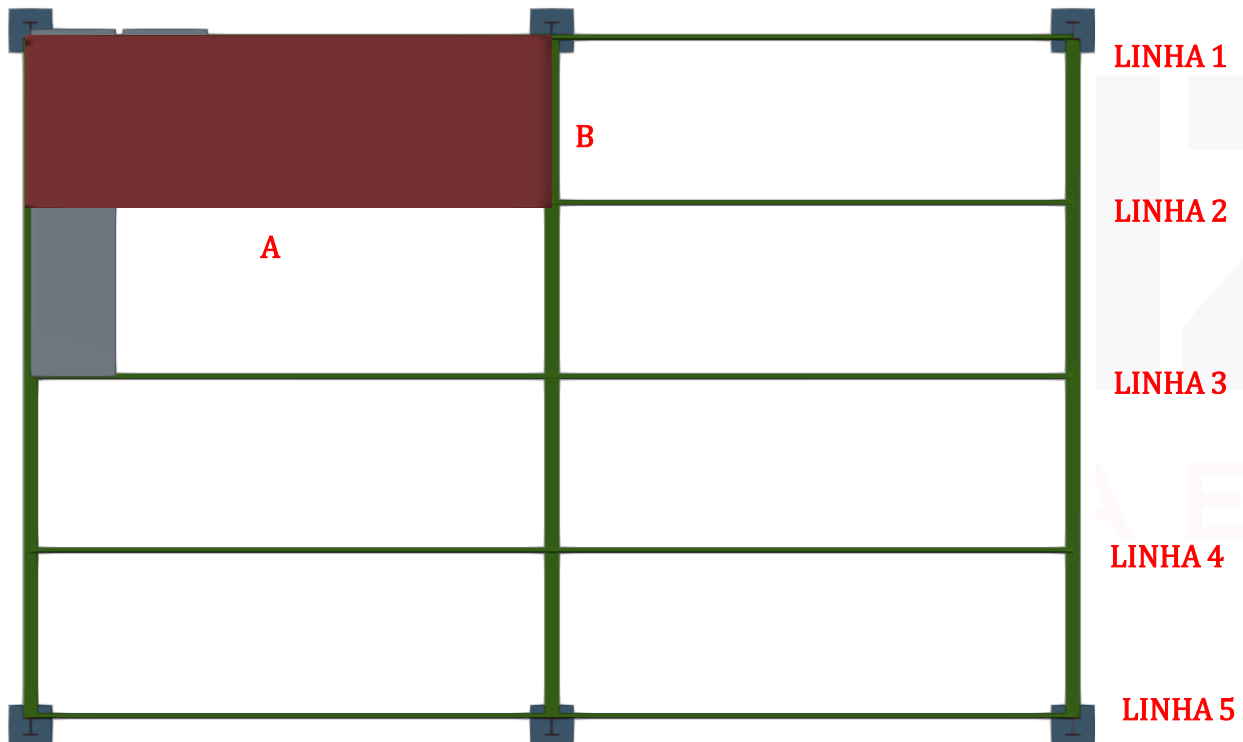


CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

COMO CALCULAR A CARGA **OPÇÃO 2**

COMO SABER O ESFORÇO AO LONGO DE TODA TERÇA LINHA 1?

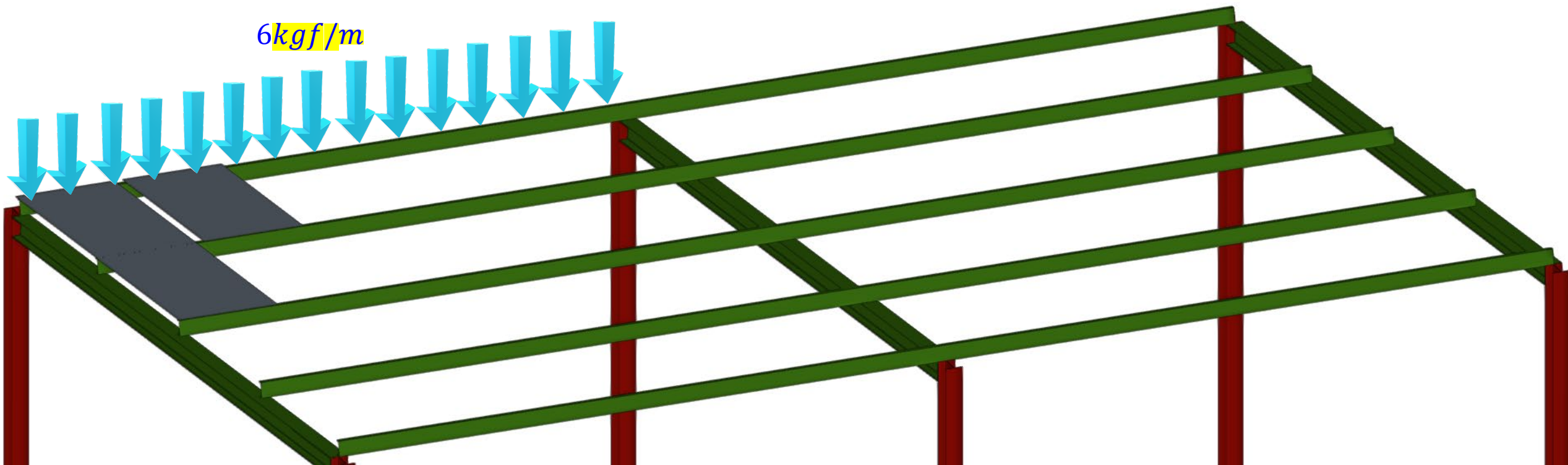


CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

👉 COMO CALCULAR A CARGA **OPÇÃO 2**

COMO SABER O ESFORÇO AO LONGO DE TODA TERÇA LINHA 1?

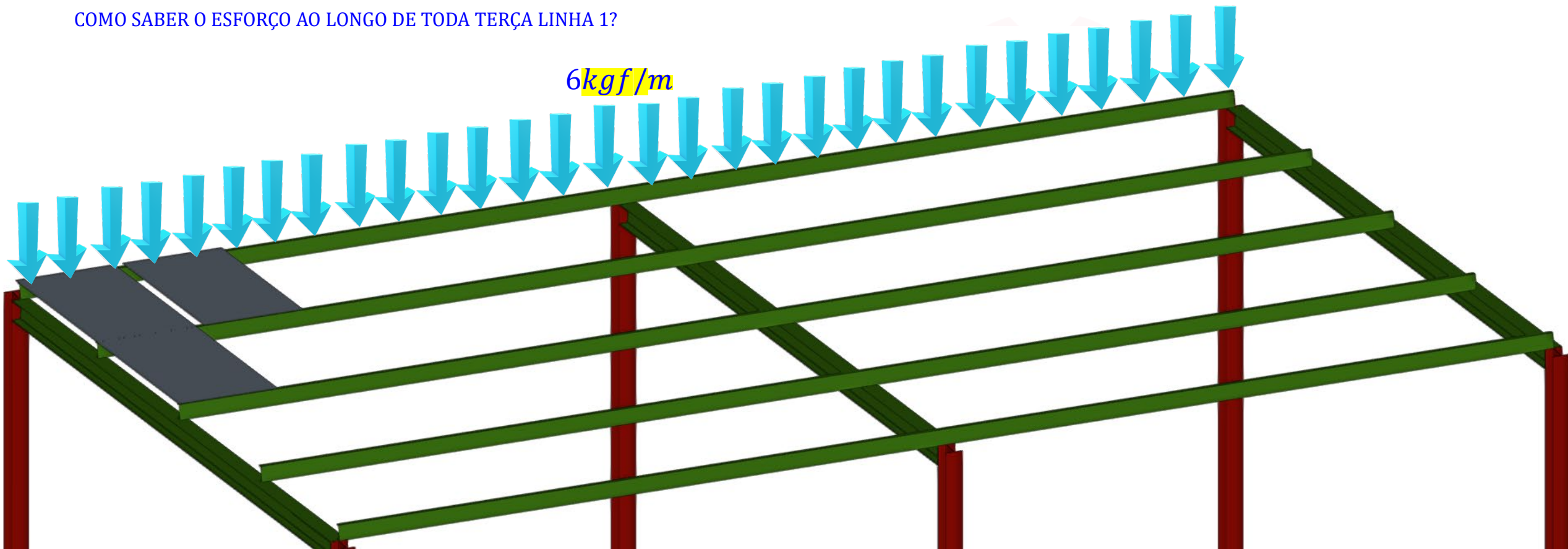


CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

👉 COMO CALCULAR A CARGA **OPÇÃO 2**

COMO SABER O ESFORÇO AO LONGO DE TODA TERÇA LINHA 1?

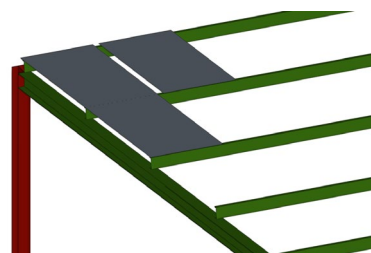


CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

TIPOS DE CARGAS

- OPÇÃO 1 – Kgf/m² - CATÁLOGO 6kg/m² Telha 0,65mm
- OPÇÃO 2 – Kgf/m

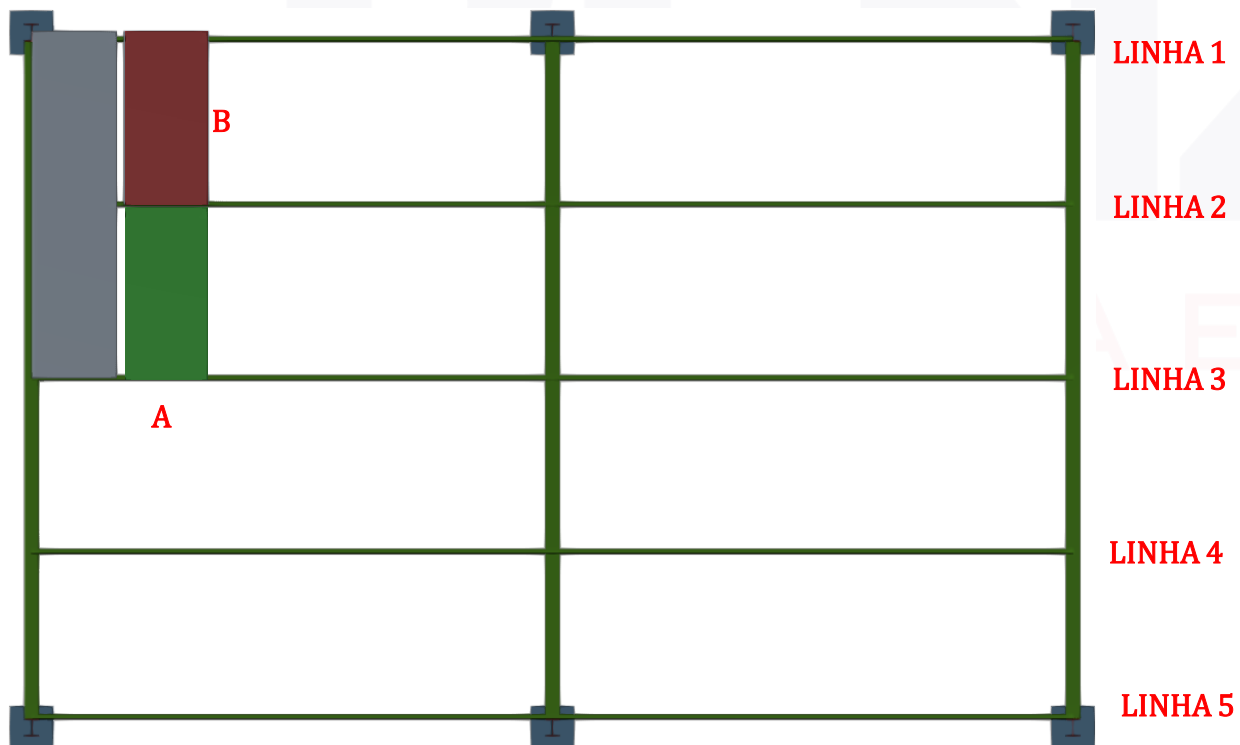


COMO CALCULAR A CARGA **OPÇÃO 2**

LINHA 2

Antes de começarmos os cálculos você deve entender que, a primeira telha ela descarrega uma carga de 6kgf/m na linha 1 e também fará isso na linha 2, afinal ela está apoiada nas 2 linhas.

Colocamos agora uma telha **VERDE** e ela vai descarregar a mesma carga que que a bonina fez na linha 1 (isso se a distância n da telha **VERDE** for a mesma da telha bonina



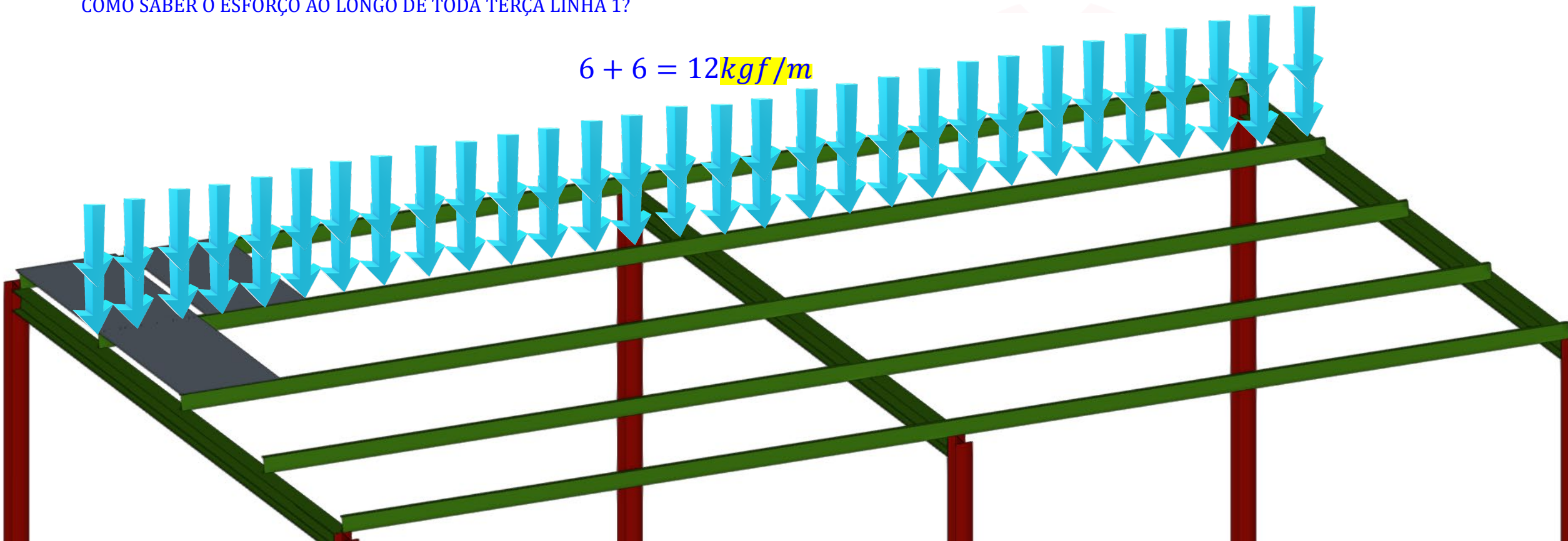
CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

👉 COMO CALCULAR A CARGA **OPÇÃO 2**

COMO SABER O ESFORÇO AO LONGO DE TODA TERÇA LINHA 1?

$$6 + 6 = 12 \text{ kgf/m}$$

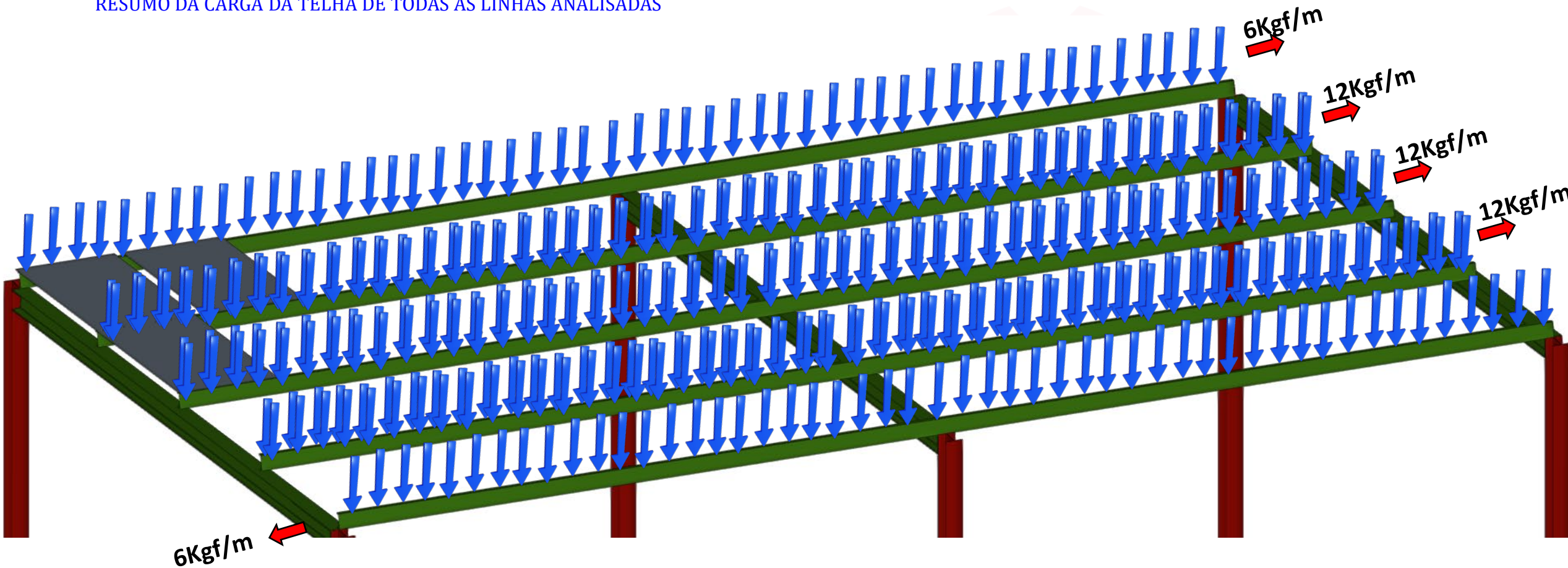


CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TELHAS

👉 COMO CALCULAR A CARGA **OPÇÃO 2**

RESUMO DA CARGA DA TELHA DE TODAS AS LINHAS ANALISADAS



PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 21

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA PLACAS FOTOVOLTAICAS

CARGA DE PLACAS FOTOVOLTAICAS

Como encontrar as forças atuantes de placas fotovoltaicas atuante na estrutura

1. Procure um catálogo do fabricante

<https://www.portalsolar.com.br>

Placa Solar Canadian Solar - Modelo CS6X-315P-FG - 315Watts

Tecnologia: Policristalino - 72 células - Vidro/Vidro

Potência da Placa Fotovoltaica: 315Watts

Eficiência: 16,14%

Largura x Altura e Peso: 1.97m x 1m - 27,5kg

Inmetro: SIM

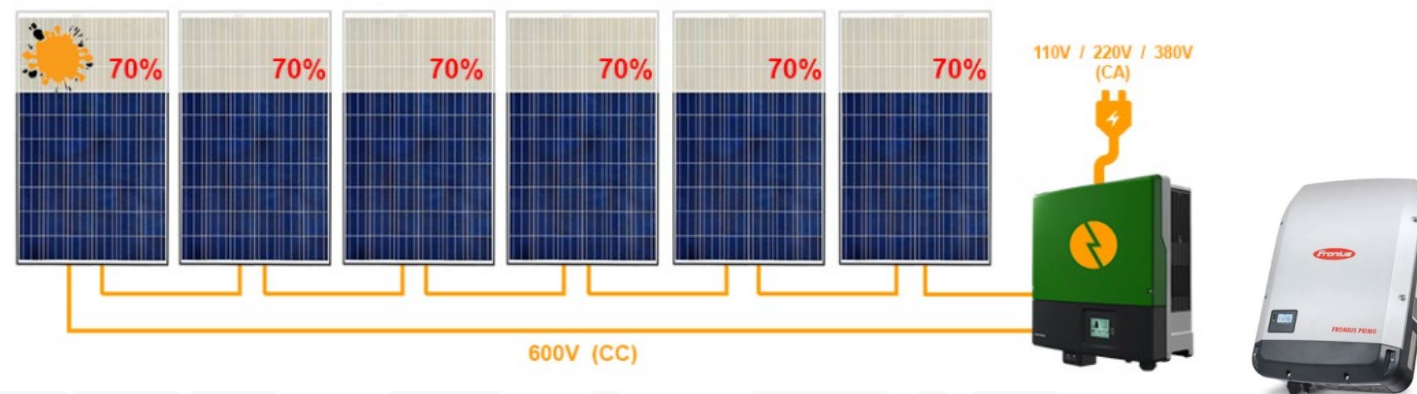
IEC 61215: SIM

Baixe aqui a ficha técnica

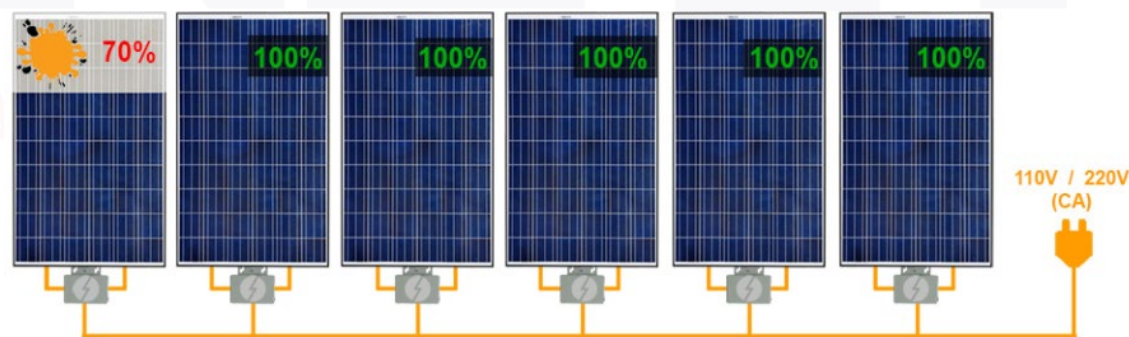
<https://www.energiasolarphb.com.br>

Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono-crystalline 156×156mm (6 inch)
No.of cells	72 (6×12)
Dimensions	1956×992×40mm (77.01×39.05×1.57 inch)
Weight	26,5 kg (58.4 lbs)
Front Glass	4.0mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1×4.0mm ² , Length:900mm or Customized Length



Peso do inversor aproximado de 12 a 30kg



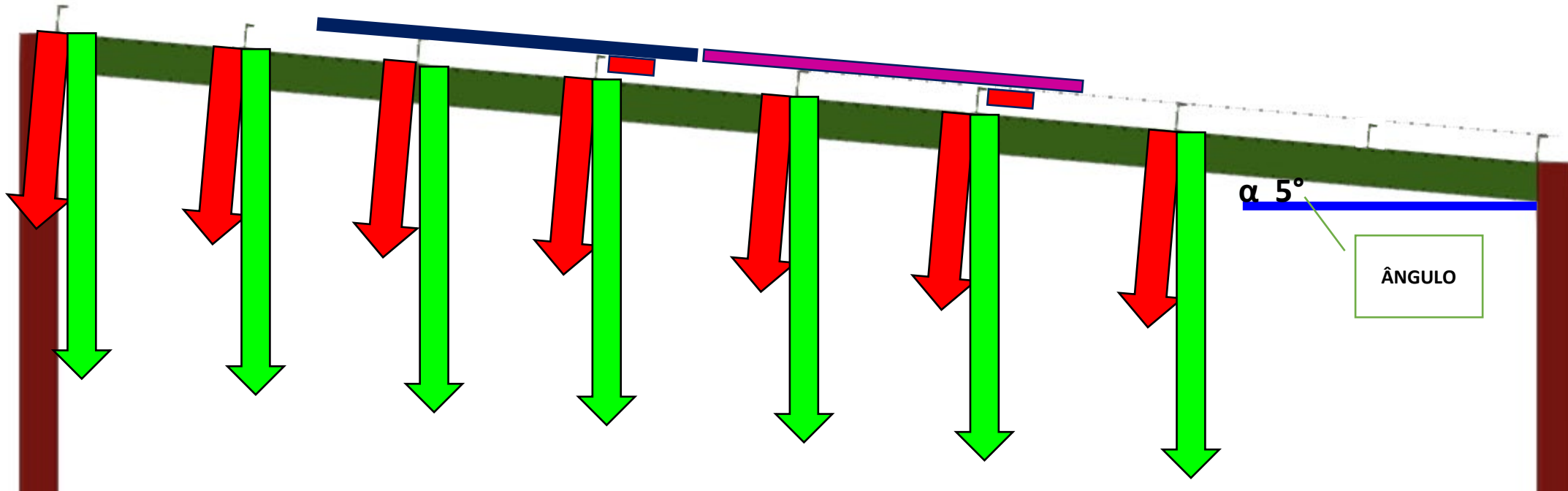
Peso do Micro inversor de 2 a 5,1kg



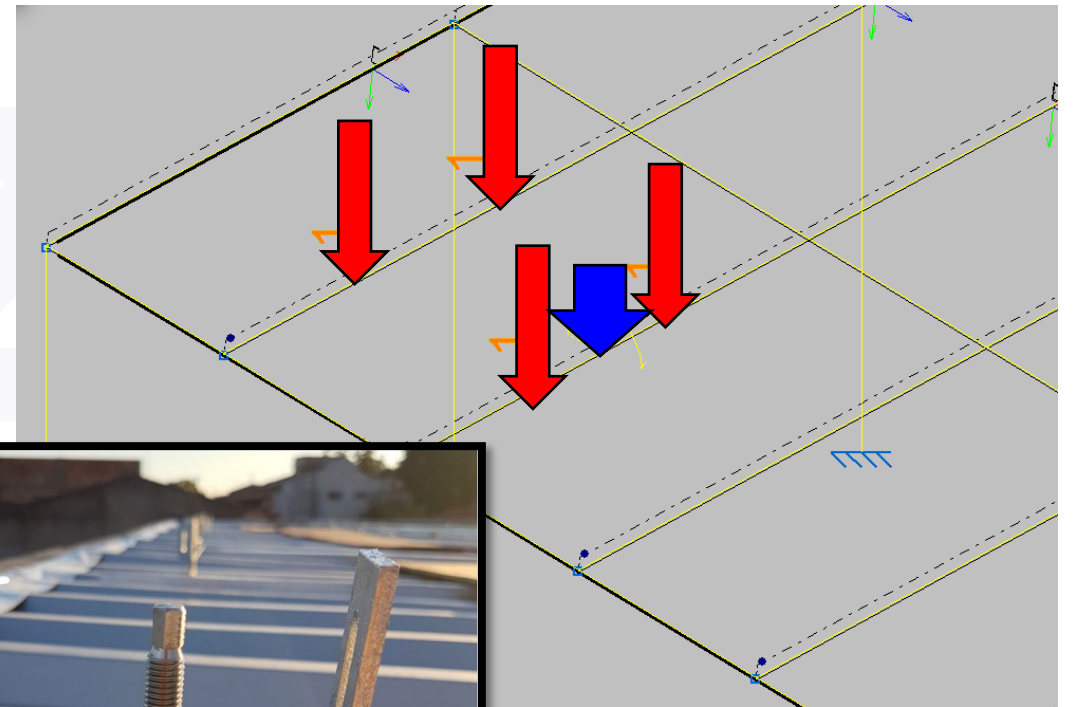
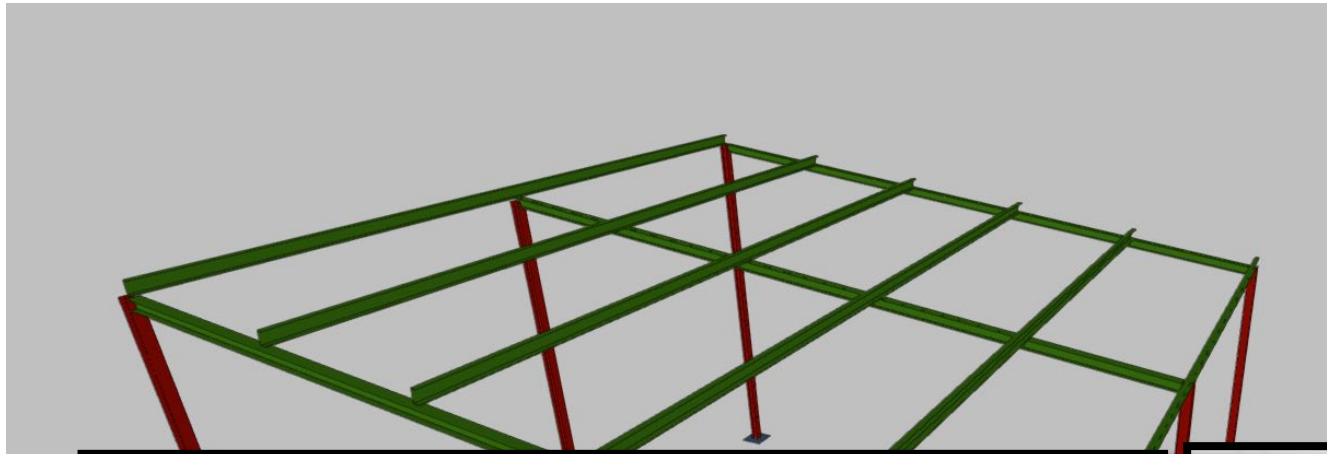
CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA PLACAS FOTOVOLTAICAS

👉 Como calcular força atuante de placas fotovoltaicas na estrutura



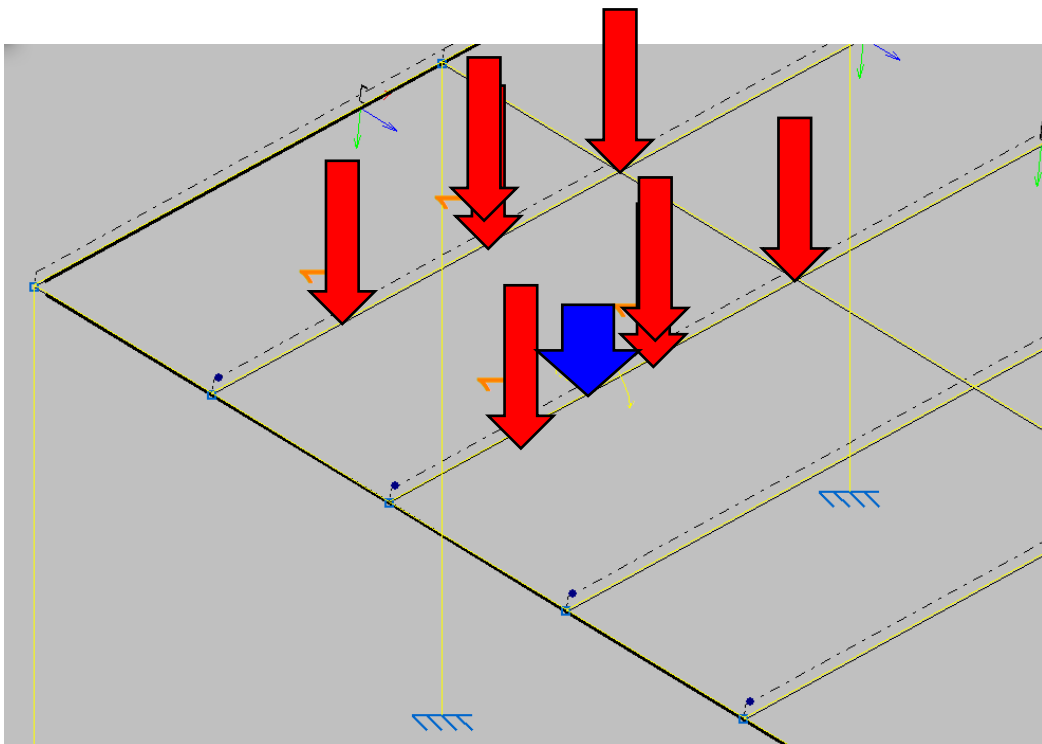
👉 Como calcular força atuante de placas fotovoltaicas na estrutura



CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA PLACAS FOTOVOLTAICAS

👉 Como calcular força atuante de placas fotovoltaicas na estrutura



Peso no módulo (PLACA FOTOLVOLTAICA) / NÚMERO DE APOIOS
Peso no módulo / 4
 $27,5 \text{ Kg} / 4 = 6,9 \text{ Kgf}$

Placa Solar Canadian Solar - Modelo CS6X-315P-FG - 315Watts

Tecnologia: Policristalino - 72 células - Vidro/Vidro

Potência da Placa Fotovoltaica: 315Watts

Eficiência: 16,14%

Largura x Altura e Peso: 1.97m x 1m - 27,5kg

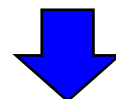
Inmetro: SIM

IEC 61215: SIM

[Baixe aqui a ficha técnica](#)

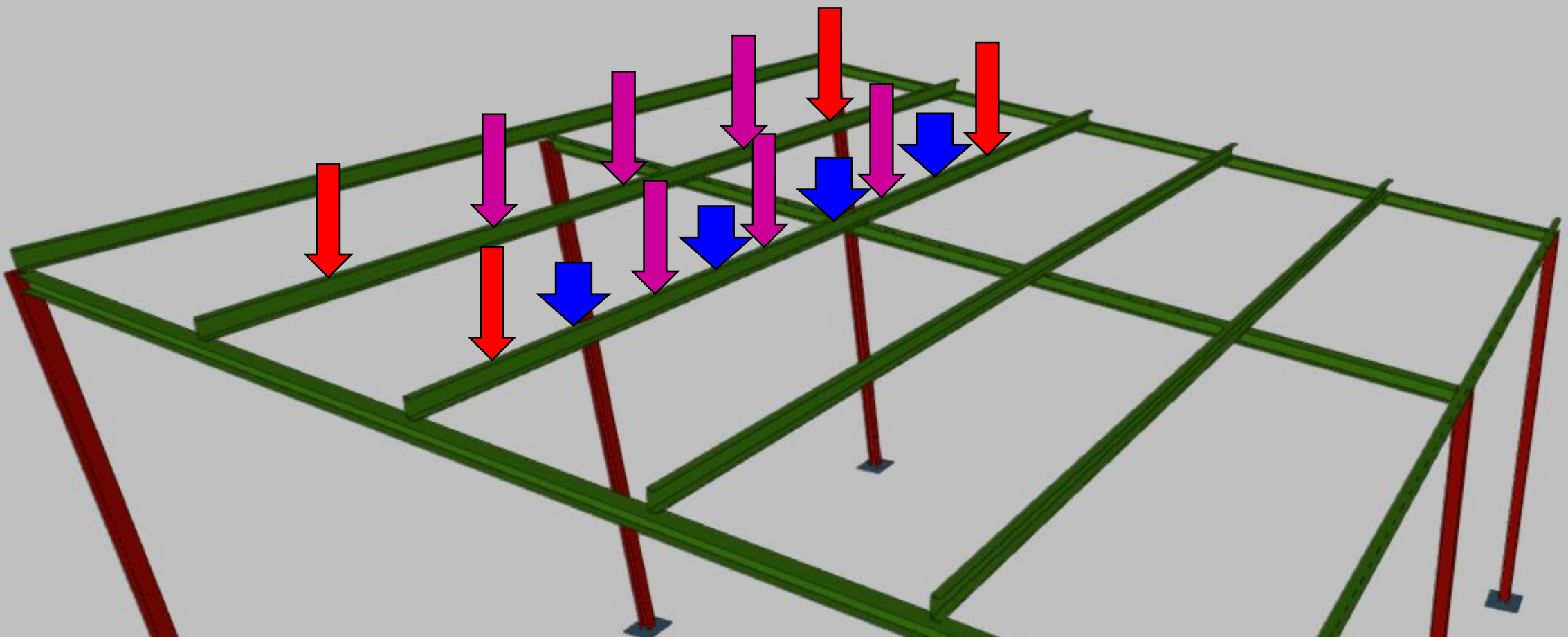


Nos pontos em que os apoios são em comum as cargas se somam
 $6,9 \text{ Kgf} * 2 = 13,8 \text{ kgf}$



Peso do micro inversor
Peso do Micro inversor varia de 2 a 5,1 Kg

👉 Como calcular força atuante de placas fotovoltaicas na estrutura



PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 22

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TUBULAÇÕES

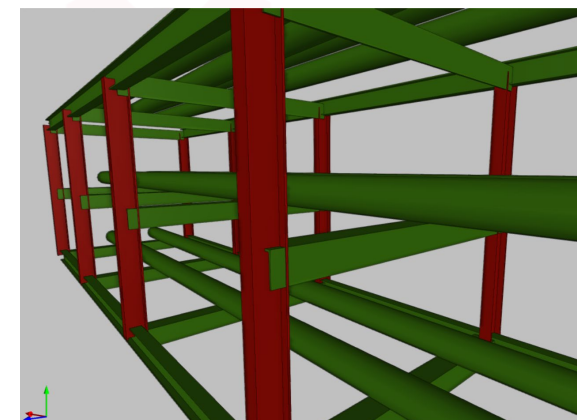
Como encontrar e calcular força atuante de tubulações na estrutura

5. TUBOS DE AÇO – DIMENSÕES NORMALIZADAS

5.1. Tubos de Acordo com as Normas ASME B.36.10 e B.36.19 (v. Nota 1, pág. 11)

Dimensões normalizadas e principais características físicas para os diâmetros e espessuras mais usuais dos tubos de aço, de acordo com as normas ASME B.36.10 (para tubos de aço-carbono e aços de baixa liga), e ASME B.36.19 (para tubos de aços inoxidáveis). (V. Nota na página 11)

Diâmetro nominal (pol.) – Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro externo (mm)	Designação de espessura (v. Nota 3)	Espessura de Parede (mm) (v. Nota 4)	Diâmetro interno (mm)	Área de seção livre (cm ²)	Área de seção de metal (cm ²)	Superfície externa (m ² /m)	Peso aprox. (kg/m)		Seção transversal			
								Tubo vazio (v. Nota 6)	Conteúdo de água (v. Nota 7)	Momento de inércia (cm ⁴)	Momento resistente (cm ³)	Raio de giração (cm)	
1/4 – 13,7	13,7	10S Std,40,40S XS,80,80S	1,65	10,4	0,85	0,62	0,043	0,49	0,085	0,116	0,169	0,430	
			2,23	9,2	0,67	0,81		0,62	0,067	0,138	0,202	0,413	
			3,02	7,7	0,46	1,01		0,79	0,046	0,157	0,229	0,393	
3/8 – 17,1	17,1	10S Std,40,40S XS,80,80S	1,65	13,8	1,50	0,81	0,054	0,63	0,150	0,236	0,285	0,551	
			2,31	12,5	1,23	1,08		0,84	0,123	0,304	0,354	0,531	
			3,20	10,7	0,91	1,40		1,10	0,090	0,359	0,419	0,506	
1/2 – 21,3	21,3	Std,40,40S XS,80,80S 160 XXS	2,77	15,8	1,96	1,61	0,067	1,27	0,20	0,71	0,67	0,66	
			3,73	13,8	1,51	2,06		1,62	0,15	0,84	0,78	0,64	
			4,75	11,8	1,10	2,47		1,94	0,11	0,92	0,86	0,61	
			7,47	6,4	0,32	3,52		2,55	0,03	1,01	0,95	0,56	
3/4 – 26,7	26,7	Std,40,40S XS,80,80S 160 XXS	2,87	20,9	3,44	2,15	0,084	1,68	0,34	1,54	1,16	0,85	
			3,91	18,8	2,79	2,80		2,19	0,28	1,86	1,40	0,82	
			5,54	15,6	1,91	3,68		2,88	0,19	2,19	1,65	0,77	
			7,82	11,0	0,95	4,63		3,63	0,10	2,41	1,81	0,72	
1 – 25	33,4	Std,40,40S XS,80,80S 160 XXS	2,87	26,6	5,57	3,19	0,105	2,50	0,56	2,64	2,18	1,07	
			4,55	24,3	4,64	4,12		3,23	0,46	4,40	2,63	1,03	
			6,35	20,7	3,37	5,39		4,23	0,34	5,21	3,12	0,98	
			9,09	15,2	1,82	6,94		5,44	0,18	5,85	3,50	0,92	
1 1/4 – 32	42,2	Std,40,40S XS,80,80S 160 XXS	3,56	35,0	9,65	4,32	0,133	3,38	0,96	8,11	3,85	1,37	
			4,85	32,5	8,28	5,68		4,46	0,83	10,06	4,77	1,33	
			6,35	29,4	6,82	7,14		5,60	0,68	11,82	5,61	1,29	
			9,70	22,7	4,07	9,90		7,76	0,41	14,19	6,74	1,20	

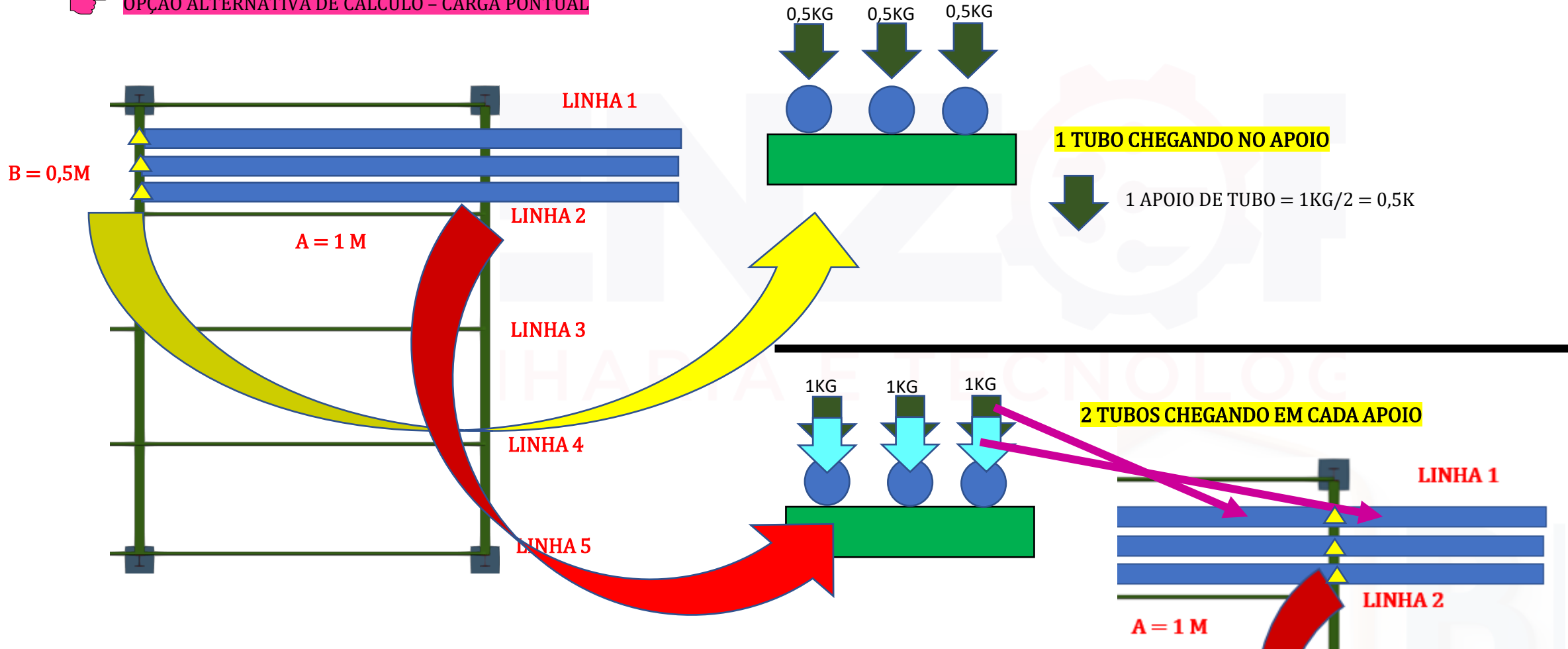


CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TUBULAÇÕES

👉 Como encontrar e calcular força atuante de tubulações na estrutura

👉 OPÇÃO ALTERNATIVA DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL

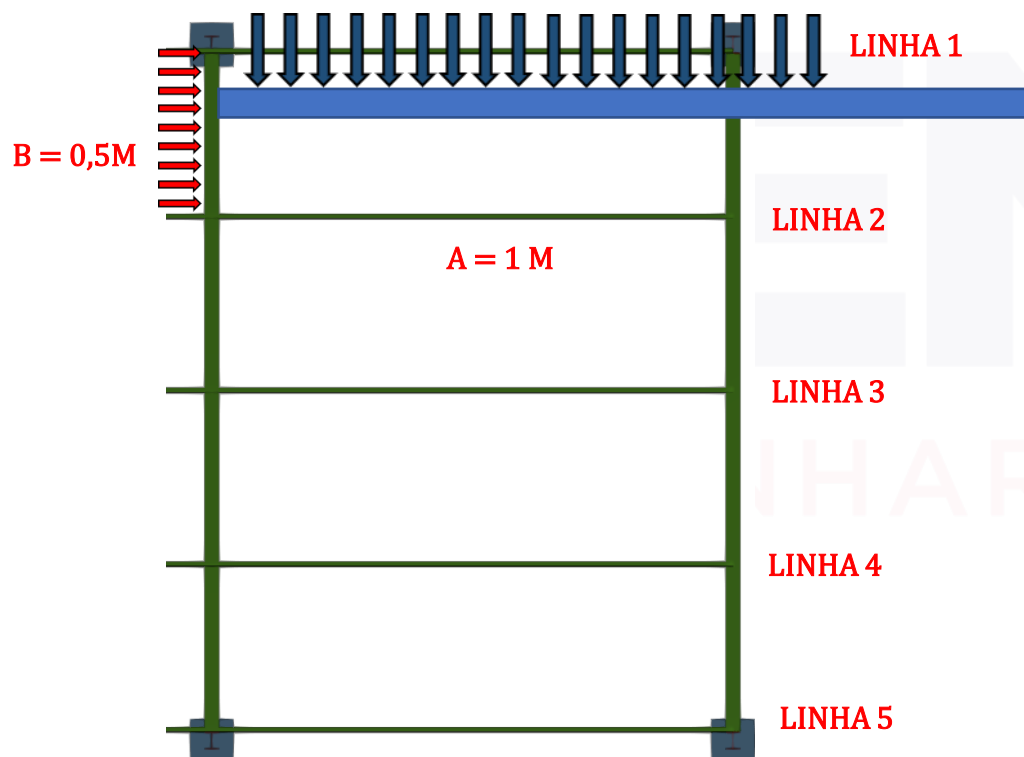


CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TUBULAÇÕES

👉 Como encontrar e calcular força atuante de tubulações na estrutura


👉 OPÇÃO ALTERNATIVA DE CÁLCULO - DISTRIBUIDA (VÁRIOS TUBOS, APOIOS MUITO PRÓXIMOS DO OUTRO)



CONVERTER PARA A DIREÇÃO B

$$\text{Pressão do tubo na região entre apoios} = \frac{1\text{Kg}/\text{m}}{A}$$
$$= \frac{1\text{Kg}}{1\text{m} * 1\text{m}} = 1\text{kgf}/\text{m}^2$$

CONVERTER PARA A DIREÇÃO B

$$Q_{\text{tubo}} = \frac{1\text{Kg}}{\text{m}^2} * a$$
$$= \frac{1\text{Kg}}{\text{m}^2} * 1\text{m} = 1\text{kgf}/\text{m}$$


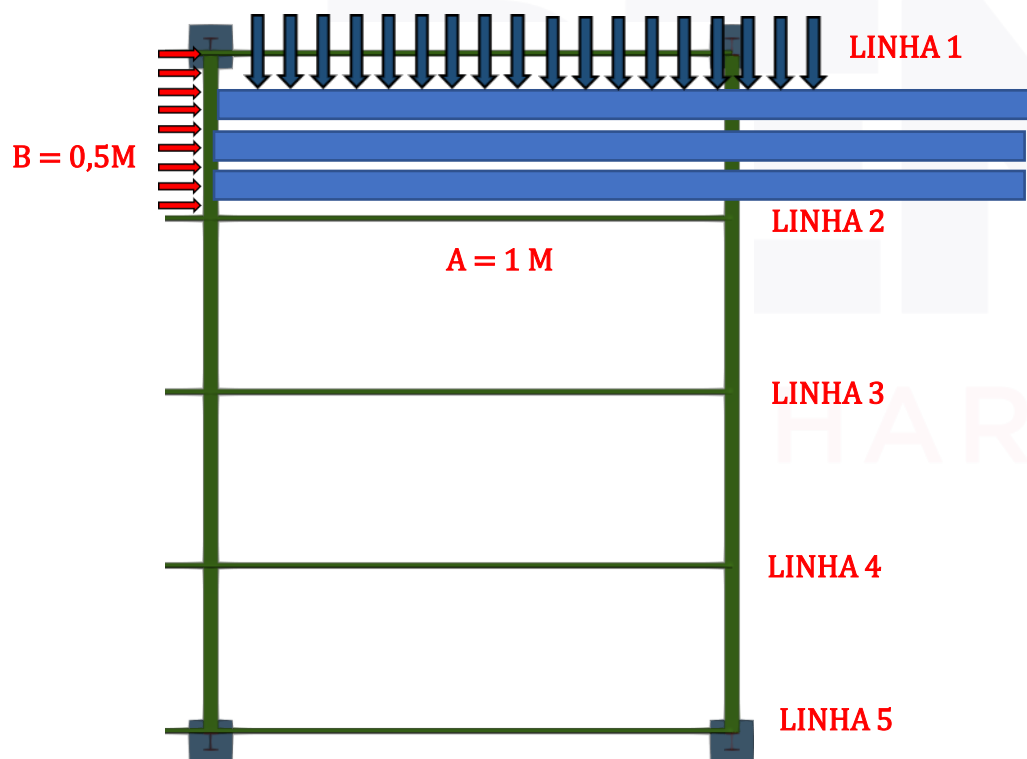
CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE TUBULAÇÕES

Como encontrar e calcular força atuante de tubulações na estrutura

OPÇÃO ALTERNATIVA DE CÁLCULO - DISTRIBUIDA (VÁRIOS TUBOS, APOIOS MUITO PRÓXIMOS DO OUTRO)

EXEMPLO RESOLVIDO 01



CONVERTER PARA A DIREÇÃO B

$$\text{Pressão do tubo na região entre apoios} = \frac{3Kg/m}{A}$$
$$= \frac{3Kg}{1m} = 3kgf/m^2$$

CONVERTER PARA A DIREÇÃO B

CONVERTER PARA A DIREÇÃO B

$$Q_{\text{tubo}} = \frac{3Kg}{m^2} * a$$
$$= \frac{3Kg}{m^2} * 1m = 3kgf/m$$

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 23

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE SISTEMA ELÉTRICO

👉 Como encontrar e calcular força atuante de sistema elétrico

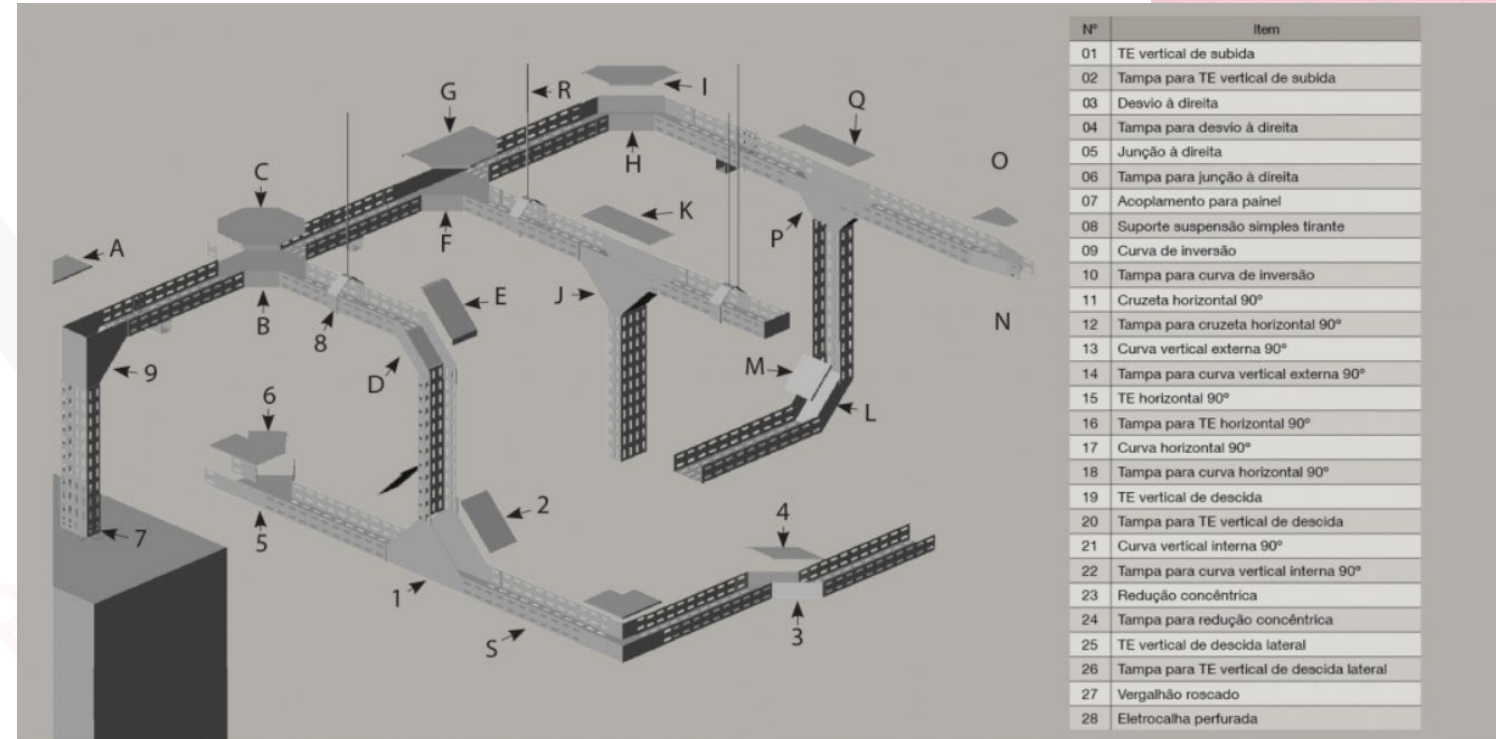
👉 Instalação



Jea Indústria Metalúrgica

LINHA ELETROCALHA - Estruturas Metálicas, Chumbadores, Fix...

As imagens podem ter direitos autorais. Saiba mais



CATÁLOGO LEGRAND

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE SISTEMA ELÉTRICO

👉 Como encontrar e calcular força atuante de sistema elétrico

👉 Dados de cabos, onde encontrar

CABO SINTENAX 0,6/1kV

número cond. x seção nominal (mm ²)	diâmetro nominal do condutor (mm)	espessura nominal (mm)		diâmetro externo nominal (mm)	peso líquido nominal (kg / km)	acondicionamento (m) bobina
		isolação	cobertura			
CABO SINTENAX 0,6/1kV - 1 condutor (unipolar)						
1 x 1,5	r 1,6	0,8	0,9	5,0	41	(*)
1 x 2,5	r 2,0	0,8	0,9	5,4	53	(*)
1 x 4	r 2,5	1,0	1,0	6,5	80	(*)
1 x 6	r 3,1	1,0	1,0	7,1	104	(*)
1 x 10	c 3,7	1,0	1,0	7,7	144	(*)
1 x 16	c 4,7	1,0	1,0	8,7	206	(*)
1 x 25	c 5,9	1,2	1,1	10,5	315	(*)
1 x 35	c 6,9	1,2	1,1	11,5	412	(*)
1 x 50	c 8,2	1,4	1,2	13,4	557	(*)
1 x 70	c 9,6	1,4	1,2	14,8	757	(*)
1 x 95	c 11,4	1,6	1,3	17,2	1.022	(*)
1 x 120	c 12,8	1,6	1,3	18,6	1.259	(*)
1 x 150	c 14,1	1,8	1,4	20,5	1.549	(*)
1 x 185	c 15,8	2,0	1,5	22,7	1.925	(*)
1 x 240	c 18,1	2,2	1,6	25,7	2.498	(*)
1 x 300	c 20,3	2,4	1,7	28,5	3.117	(*)
1 x 400	c 22,7	2,6	1,8	31,5	3.941	(*)
1 x 500	c 26,0	2,8	1,9	35,4	5.014	(*)
1 x 630 (a)	c 29,7	2,8	2,0	40,0	6.470	(*)
1 x 800 (a)	c 37,2	2,8	2,1	48,0	8.530	(*)
1 x 1.000 (a)	c 41,6	3,0	2,3	53,0	10.620	(*)

r - Condutor redondo normal. c - Condutor redondo compacto. (a) Sob consulta. (*) Acondicionamento também em bobina. Lance sob consulta.

CATÁLOGO PRYSMIAN – PESO LINEAR DE CABO

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

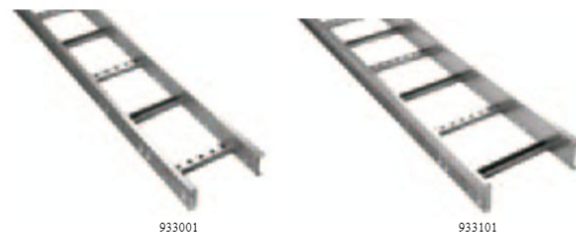
CARGA DE SISTEMA ELÉTRICO

👉 Como encontrar e calcular força atuante de sistema elétrico

👉 Dados de leitos e periféricos, onde encontrar



CEMVAR | leitos e acessórios



Produzido em chapa de aço pré-galvanizado, por imersão a quente, e somente nos leitos pesados no processo galvanizado à fogo possuem excelente proteção contra corrosão e grande resistência à esforços mecânicos. Todos os Leitos possuem ângulo de 45°. Os trechos retos são em barras de 3 metros.

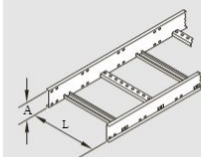
Emb.	Ref.			Leito	Largura (mm)
	PG Leve	PG Médio	GF Pesado		
1	933001	-	933020	200	
1	933002	933011	933021	300	
1	933003	933012	933022	400	
1	933004	933013	933023	500	
1	-	933014	933024	600	
1	-	-	933025	700	
1	-	-	933026	800	
1	-	-	933027	900	
1	-	-	933028	1000	

PG - Pré galvanizada; GF - Galvanizado à fogo

CEMVAR | leitos e acessórios

características técnicas

■ Dimensões (mm)



Leito leve pré-galvanizado

	L (mm)	A (mm)	Chapa N°		Peso aproximado Kg
			longarina	travessa	
933001	200	75	18	22	7,69
933002	300	75	18	22	8,29
933003	400	75	18	20	9,31
933004	500	75	18	20	10,44

Leito médio pré-galvanizado

	L (mm)	A (mm)	Chapa N°		Peso aproximado Kg
			longarina	travessa	
933011	300	100	16	18	12,51
933012	400	100	16	18	13,33
933013	500	100	16	16	16,46
933014	600	100	16	16	18,17

Leito pesado galvanizado à fogo

	L	A	Chapa N°		Peso aproximado Kg
			longarina	travessa	

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 24

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

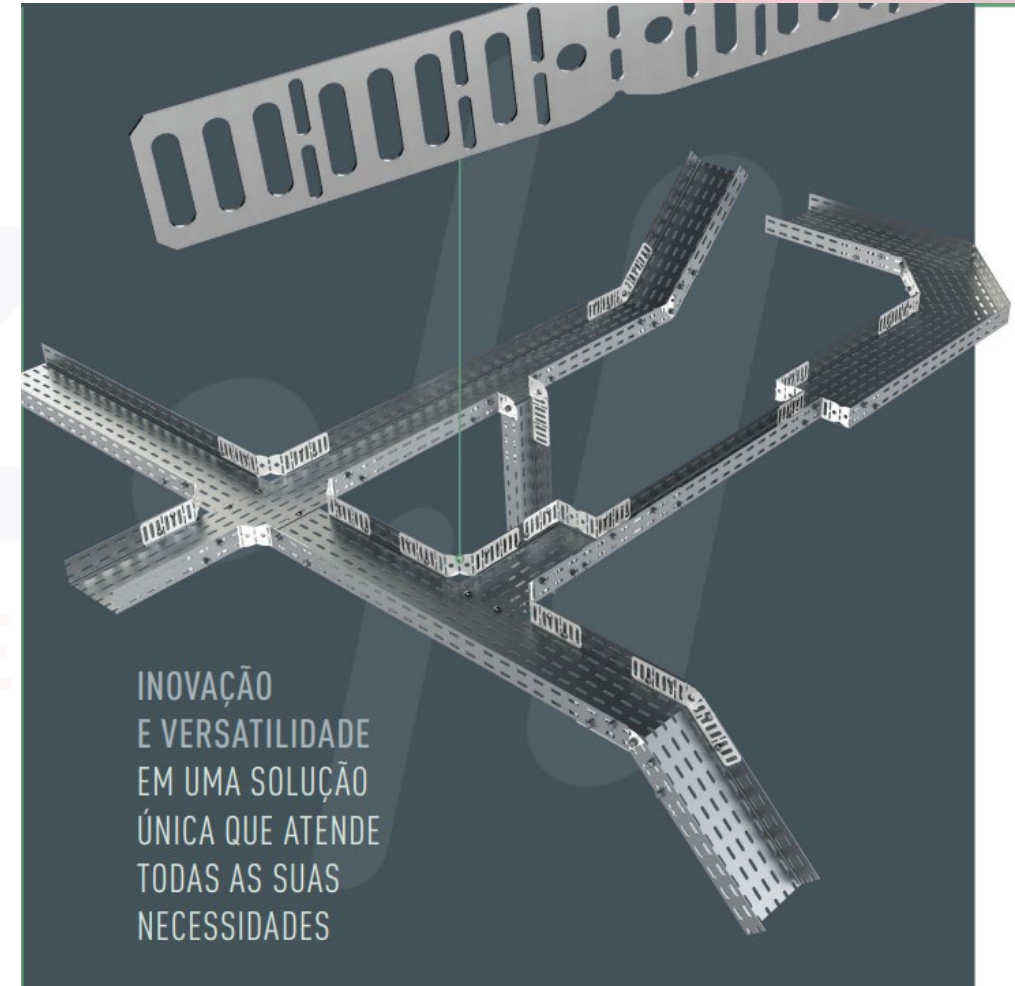
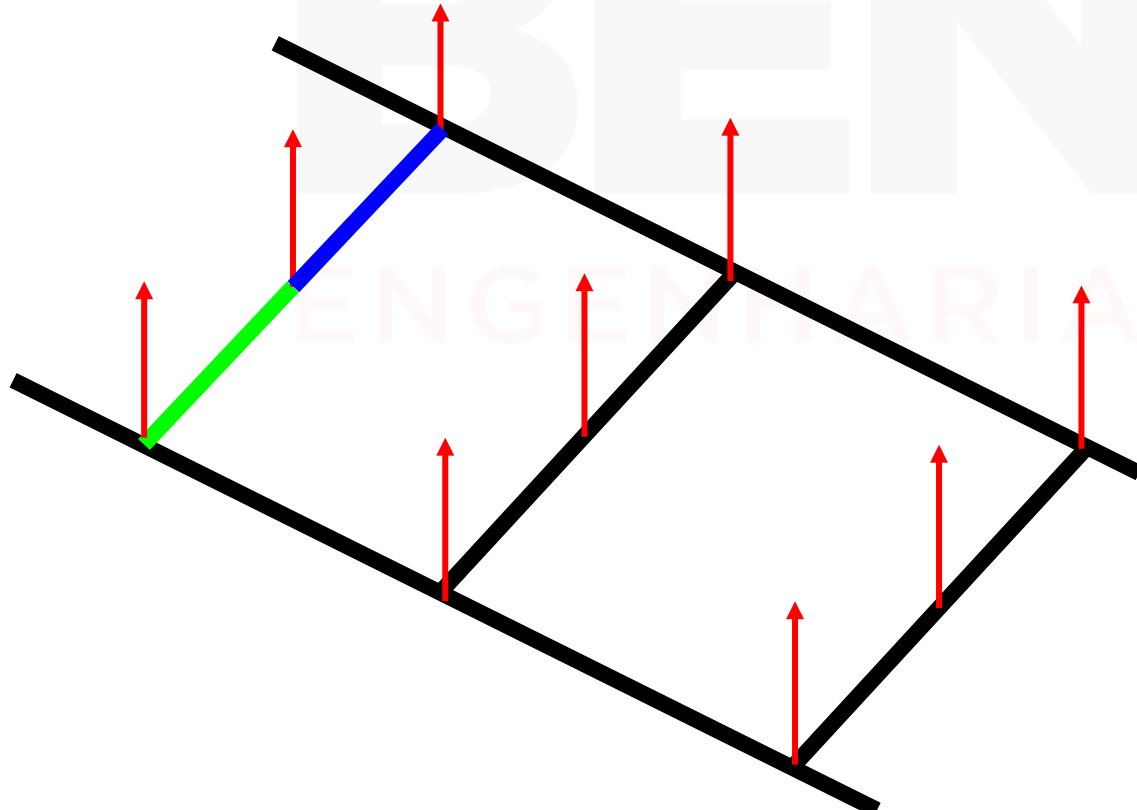
CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

👉 Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

👉 OPÇÃO DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL

👉 **OBSERVAÇÃO!** O ideal é chegar aqui com todo projeto luminotécnico pronto

OBSERVAÇÃO! Pesquise em catálogos as peças que serão utilizados no projeto luminotécnico e encontre o peso delas



CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

👉 Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

👉 OPÇÃO DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL



Cabo Flex - 450/750v 70°C

Dados técnicos: condutor de fios de cobre eletrolítico, tempera mole, classe 4 e 5 de encordoamento até a seção 6mm² e classe 5 de encordoamento a partir da seção 10 mm² (extraflexível), isolado com policloreto de vinila (PVC) tipo BWF, característica de não-propagação e autoextinção do fogo, classe térmica 70°C e tensão de isolamento 450/750 V.

Norma aplicável: NBR NM 247-3 da ABNT.

Cores: ● ○ ● ● ● ● ● ● ● ●

Acondicionamento: em rolos de 100 metros, carretéis ou bobinas em lances específicos sob consulta.

Seção Nominal (mm ²)	Diâmetro Fio Elementar (mm)	Espessura de Isolação (mm)	Diâmetro Externo (mm)	Peso Líquido Kg/100m
0.50	0.26* 0.20	0.60	2.10	0.82
0.75	0.26* 0.20	0.60	2.30	1.11
1.00	0.26* 0.20	0.60	2.40	1.32
1.50	0.32* 0.26	0.70	2.90	1.92
2.50	0.34* 0.26	0.80	3.55	3.02
4.00	0.37* 0.31	0.80	4.05	4.38
6.00	0.37* 0.31	0.80	4.55	6.12
10.00	0.40	1.00	5.90	10.41
16.00	0.40	1.00	6.90	15.33
25.00	0.40	1.20	8.50	23.85
35.00	0.40	1.20	10.00	33.17
50.00	0.40	1.40	12.10	45.55
70.00	0.40	1.40	13.20	64.10
95.00	0.40	1.60	15.20	85.30
120.00	0.40	1.60	16.70	105.18
150.00	0.40	1.80	21.10	135.78
185.00	0.40	2.00	23.10	164.98
240.00	0.50	2.20	26.30	225.00
300.00	0.50	2.40	28.00	274.00

Recomendado para instalações internas em baixa tensão (Residenciais, Comerciais e Industriais), em circuitos alimentadores e de distribuição, com maior facilidade de instalação devido a sua flexibilidade. São também recomendados para ligações internas de painéis, quadros e cubículos e para outras aplicações onde sejam necessários cabos flexíveis.



Cabo Flex Atox - 450/750v 70°C

Dados técnicos: Condutor de fios de cobre eletrolítico, tempera mole, classe 4 de encordoamento, isolado em composto termo-plástico poliolefinico não-halogenado e com características de não-propagação e autoextinção do fogo, com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos, classe térmica 70°C.

Norma aplicável: NBR 13248 da ABNT.

Cores: ● ○ ● ● ● ● ● ● ● ●

Acondicionamento: em rolos de 100 metros, carretéis ou bobinas em lances específicos sob consulta.

Seção Nominal (mm ²)	Diâmetro Fio Elementar (mm)	Espessura de Isolação (mm)	Diâmetro Externo (mm)	Peso Líquido Kg/100m
1.50	0.32	0.70	2.90	1.85
2.50	0.34	0.80	3.50	2.95
4.00	0.37	0.80	4.10	4.40
6.00	0.37	0.80	4.60	6.00

Os cabos flexíveis ATOX, foram desenvolvidos para instalações em locais de aglomeração pública: hospitais, teatros, cinemas, escolas, áreas comuns em Shopping Centers ou Centros de convenções, entre outros. Possuem, além das características de não propagação e auto extinção de fogo, a exclusiva propriedade de baixa emissão de fumaça e gases tóxicos.



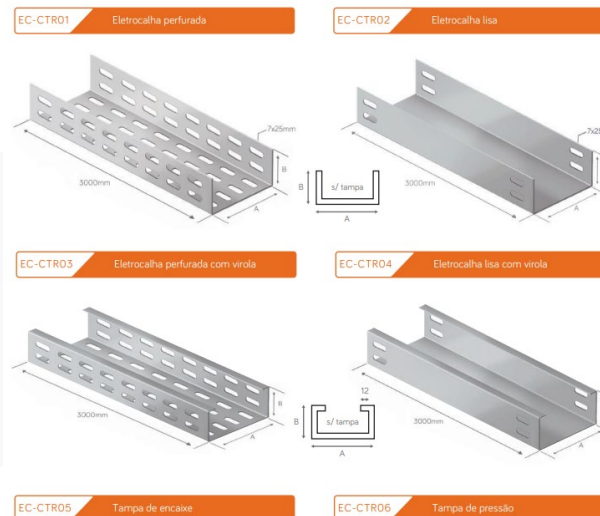
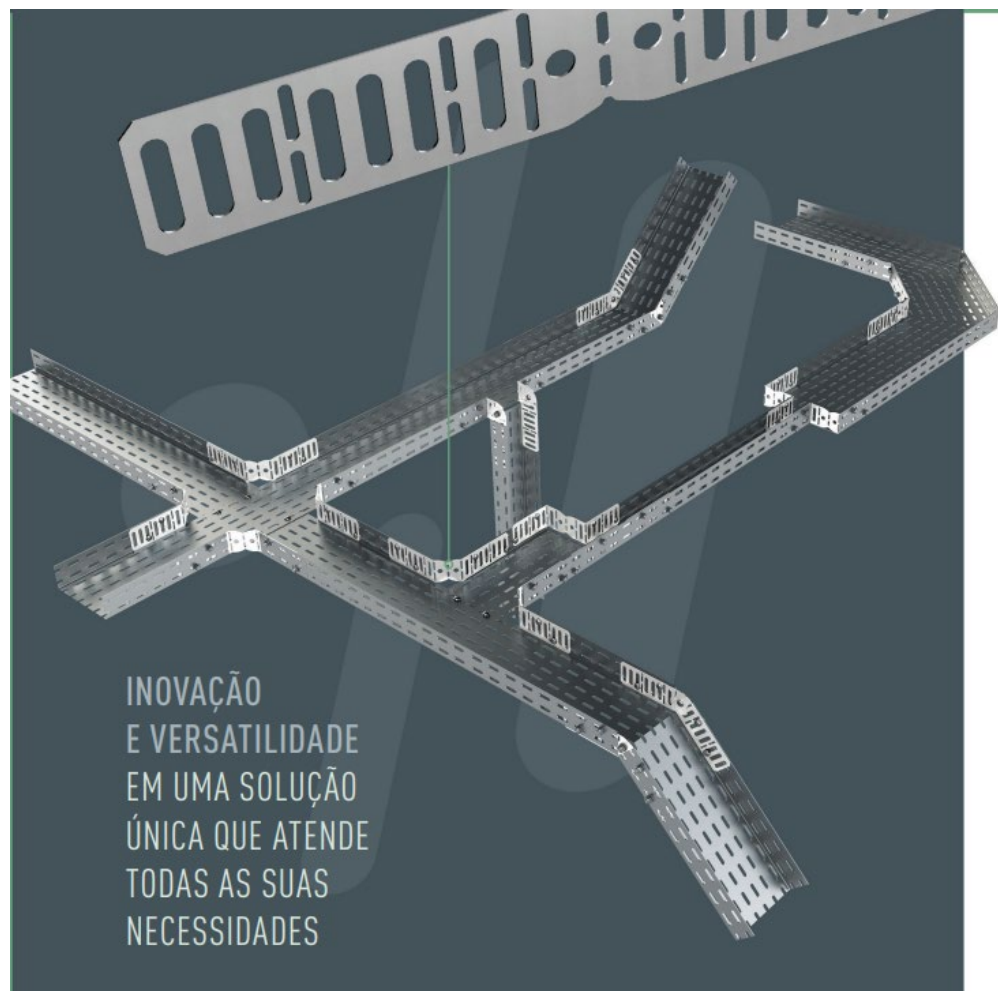
PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

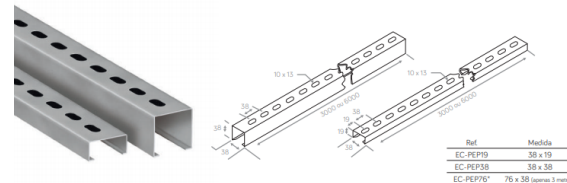
OPÇÃO DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL



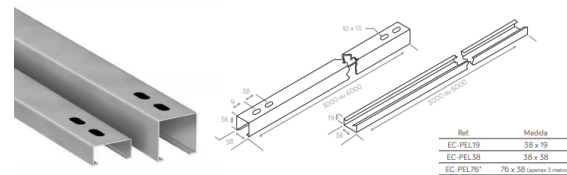
Perfilados

Pré-zincado, galvanizado à fogo, alumínio e inox

Perfurado



Liso 2 furos



www.benzor.



936712

à fogo com excelente proteção contra corrosão.
o de montagem

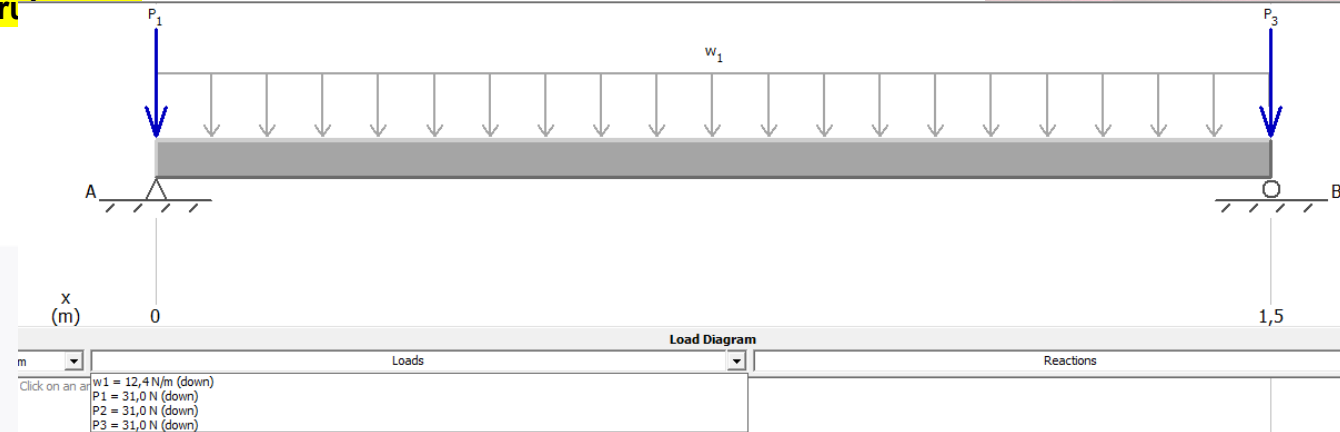
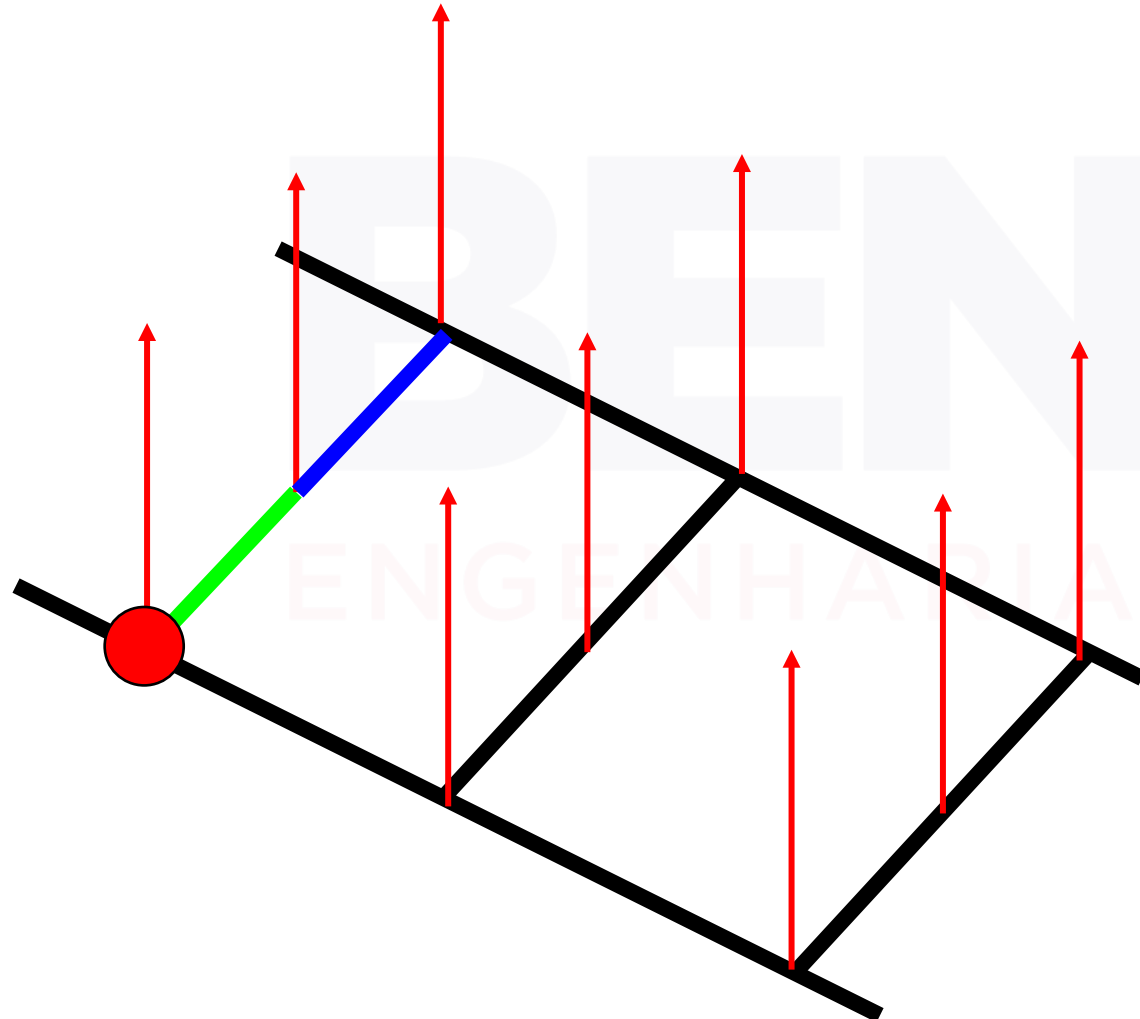
Emb.	Ref.	Eletrocalha (continuação)					
		Tipo "U" Galvanizada à fogo					
	Lisa	Perfurada	Largura (mm)	Altura (mm)	Peso Lisa (Kg)	Peso Perf (Kg)	Chapa
1	939701GF	939730GF	50	50	4,43	3,72	18
1	939707GF	939736GF	50	50	5,52	4,63	16
1	939702GF	939731GF	75	50	5,17	4,34	18
1	939708GF	939737GF	75	50	6,43	5,39	16
1	936703GF	939732GF	75	75	6,64	5,57	18
1	939709GF	939738GF	75	75	8,25	6,92	16
1	939704GF	939733GF	100	50	5,91	4,95	18
1	939710GF	939739GF	100	50	7,35	6,16	16
1	939705GF	939734GF	100	75	7,38	6,18	18
1	939711GF	939740GF	100	75	9,17	7,69	16
1	939706GF	939735GF	100	100	8,83	7,47	18

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

OPÇÃO DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL



$W_1 = \text{peso linear da eletrocalha} = 12,4 \text{ N/m}$

$L = 1,5 \text{ m}$

$L = 1,5 \text{ m}$

$P = 12,4 * 1,5 = 18,6 \text{ N}$

Reação de apoio eletrocalha bi apoiada verde provoca no NÓ Vermelho = $18,6 \text{ N} / 2 = 9,3 \text{ N}$

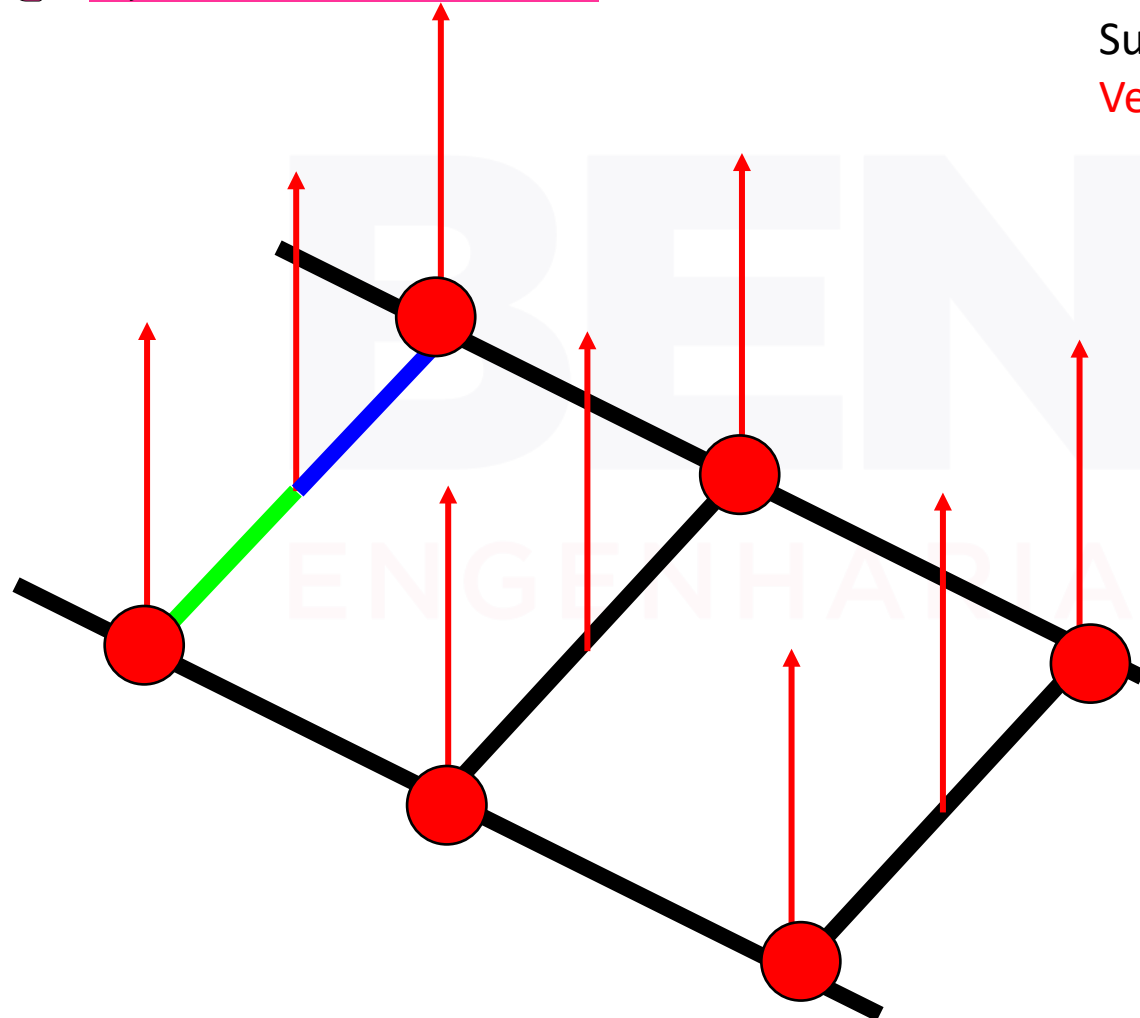
ENGINEER
ZOR
M-VINDO R

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

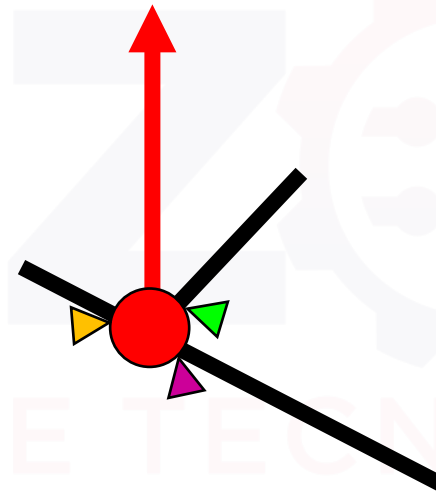
CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

OPÇÃO DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL



Supondo que todas eletrocalhas são idênticas o NÓ Vermelho recebe 3 apoios



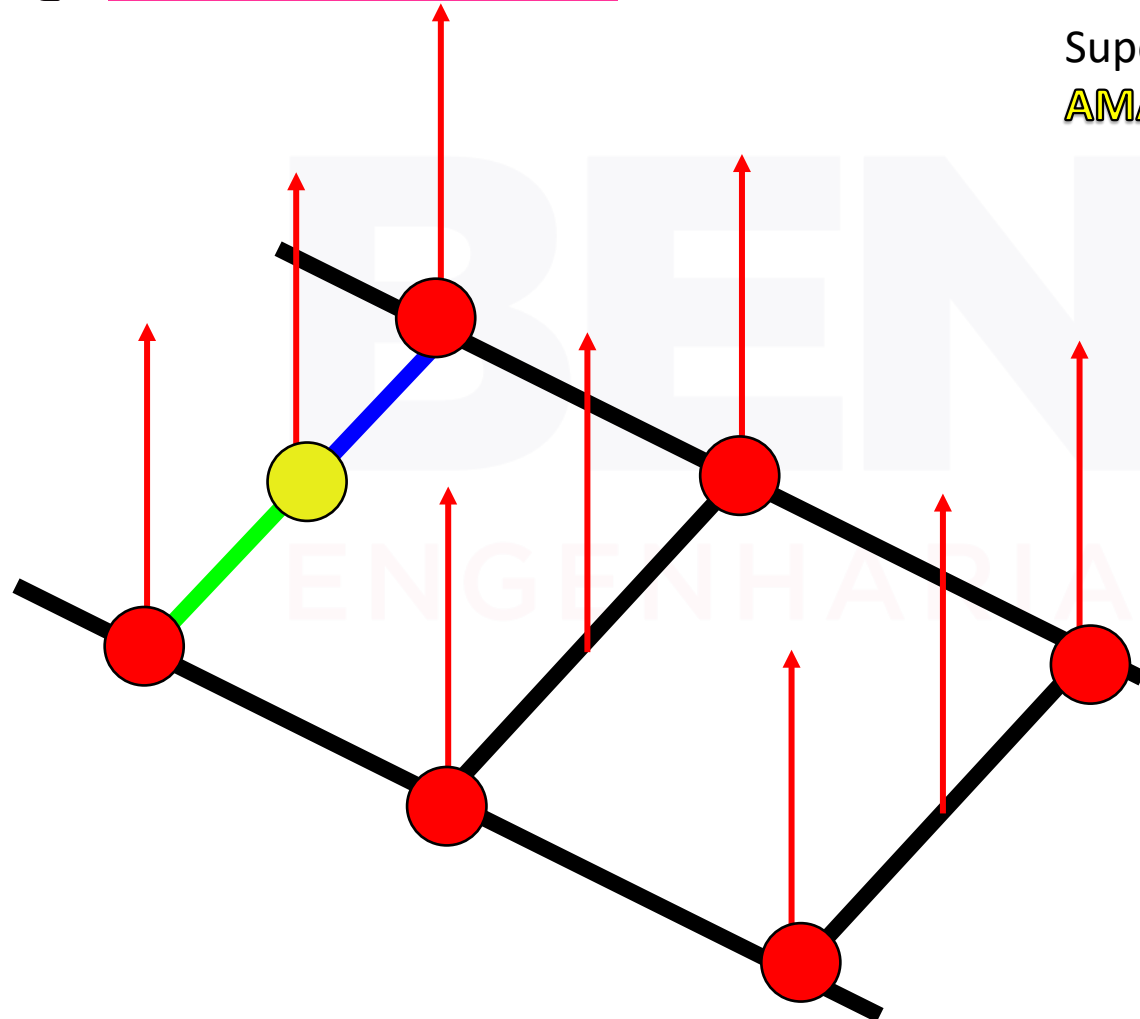
$$\bullet = 9,3 + 9,3 + 9,3 = 27,9N$$

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

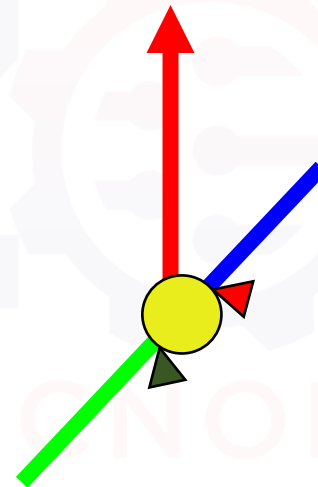
CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

OPÇÃO DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL



Supondo que todas eletrocalhas são idênticas o NÓ AMARELO recebe 2 apoios



$$\text{●} = 9,3 + 9,3 = \mathbf{18,6N}$$

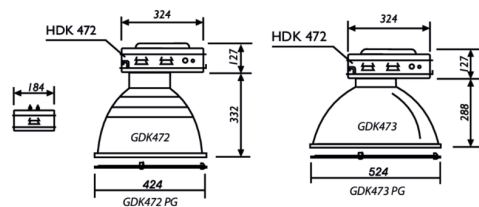
CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

👉 Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

👉 OPÇÃO DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL

Encontre o peso das luminárias no catálogo de fabricantes.



HDK 472 + GDK

Aplicação

- Áreas industriais em geral
- Quadras esportivas cobertas
- Depósitos
- Almoxarifados
- Galpões
- Oficinas
- Garagens

Especificações

Tipo	HDK472 HDK474 GDK472 GDK473
Fonte de Luz	1 x 250 W / 1 x 400 W / HPI-P – SON
Tensão de rede	Eletromagnético 220 V / 60-50 Hz

Instalação

Suspensa através de tubo rosqueado com Ø 19 mm (3/4") com acessório (ZDK472), ou diretamente fixada ao forro ou perfilado com acessório (ZDK473)

Nome de produto da encomenda	HDK472 SON250W SGR 220V-60Hz
EAN/UPC – Produto	7894400001384
Código de encomenda	919506070349
Código de encomenda local	919506070349
Numerador SAP – Quantidade por embalagem	1
Numerador SAP – Embalagens por exterior	1
Nº do material (12NC)	919506070349
Peso líquido SAP (peça)	4,950 kg

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

👉 Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

👉 OPÇÃO DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL

Encontre o peso dos reator necessário para sua lâmpada

Departamentos / PEÇAS E COMPONENTES INDUSTRIAIS / REATORES



REATOR PARA LÂMPADA A VAPOR MERCÚRIO 400W 220V

Por: **R\$ 69,56 à vista**
ou **R\$ 69,56 em 2x de R\$ 34,78** iguais

 **COMPRAR**

 **COMPRA SEGURA**

Mais Detalhes

Reator para Lâmpada a Vapor Mercúrio 400W 220V
Uso externo

Tipo de Reator: Externo
Potência de lâmpada (W): 400
Rendimento (W): 91
Tensão nominal de alimentação (V): 220
Frequência nominal (Hz): 60
Corrente nominal de alimentação (A): 2,08
Fator de potência: $\geq 0,92$
Classe de enrolamento: TW 130

Elevação de temperatura:
Enrolamento (°C): ≤ 90
compartimento capacitor/ignitor (°C): 45
Massa total de cada unidade (Kg): 4,250
Acabamento (Pintura eletroestática a pó cor preta) (μm): ≥ 56
Espessura de chapa do invólucro (mm): 1,20

Informações sobre o capacitor:
Capacitância (μF): 25
temperatura máxima de operação (°C): 85
Garantia: 01 ano

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

👉 Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

👉 OPÇÃO DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL

📍 CÁLCULO DA CARGA QUE O TIRANTE EXERCERÁ SOBRE A ESTRUTURA

👉 PESO TOTAL = REAÇÃO DAS ELETROCALHAS + PESO DA LUMINÁRIA + PESO DO REATOR (SE A LAMPADA PRECISAR)

● PESO TOTAL = $2,79KG + 4,95KG + 4,25KG = 12KG$

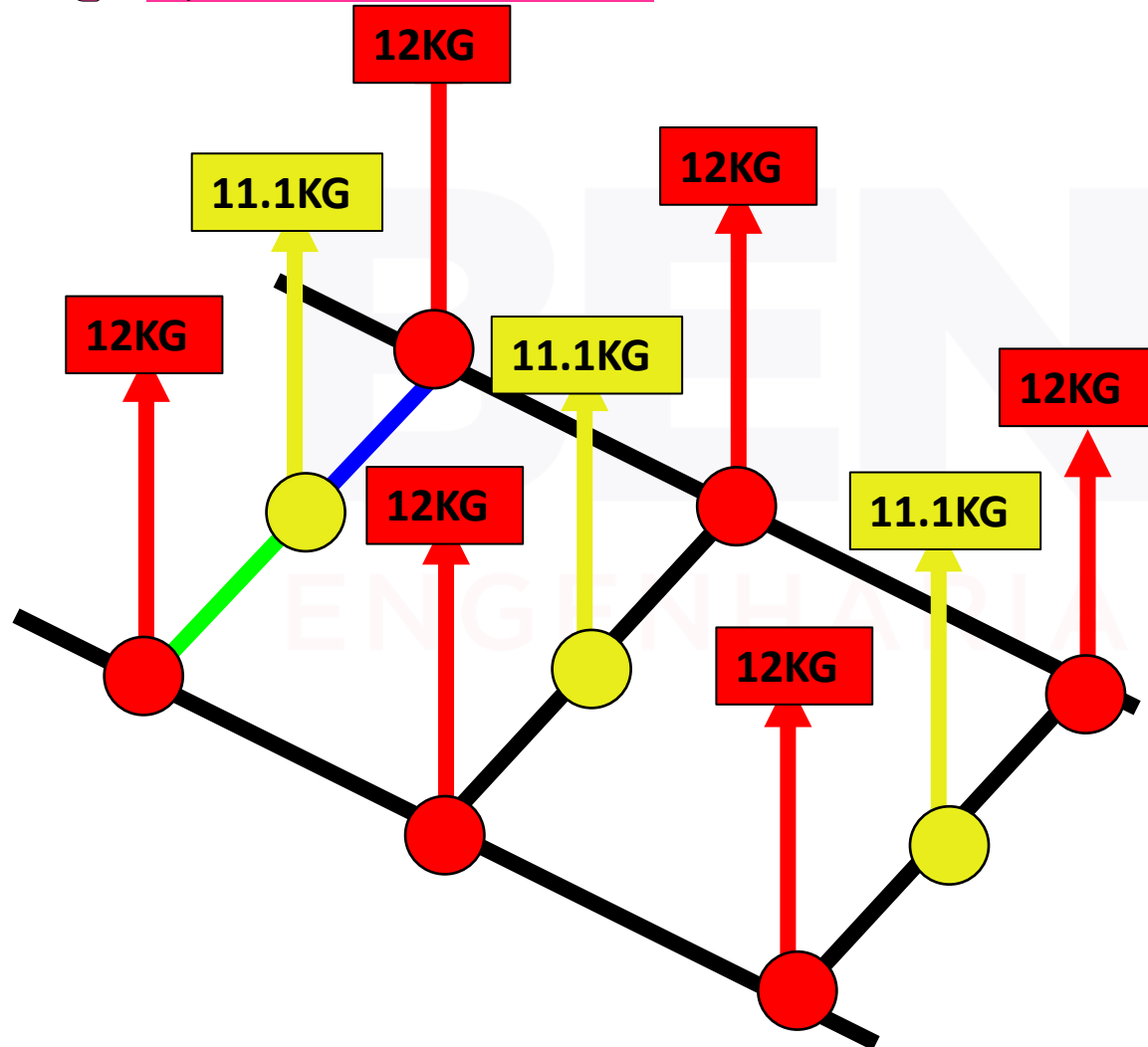
● PESO TOTAL = $1,86KG + 4,95KG + 4,25KG = 11,06KG$

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

OPÇÃO DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL



● PESO TOTAL = 2,79KG + 4,95KG + 4,25KG = 12KG

● PESO TOTAL = 1,86KG + 4,95KG + 4,25KG = 11,06KG

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 25

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE MANUTENÇÃO

👉 Como encontrar e calcular força de serviço de manutenção na estrutura

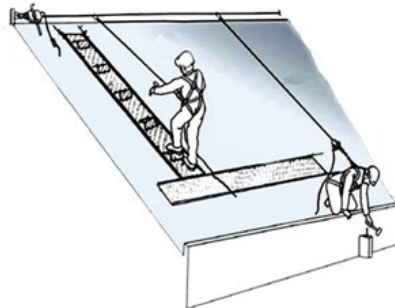
O QUE DEVE SER LEVADO EM CONSIDERAÇÃO?

- Quantas pessoas vão atuar sobre a estrutura?
- Considerar 110KG/Pessoa, exceto quando algo apontar carga maior
- Disciplina no modo de deslocamento sobre a estrutura

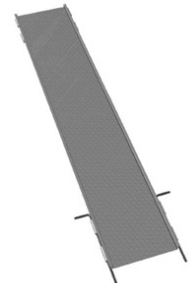
MODO DE DESLOCAMENTO SOBRE A ESTRUTURA

NBR 18

18.18.5.1 É proibida a concentração de cargas em um mesmo ponto sobre telhado ou cobertura.



Passarela em dura alumínio com escada para estruturas em arco ou com mais de 25° de inclinação – 45cm largura, chapa de 3mm, comprimento 2,5m – peso +- 17kg



Passarela em dura alumínio – 45cm largura, chapa de 3mm, comprimento 2,5m – peso +- 15kg



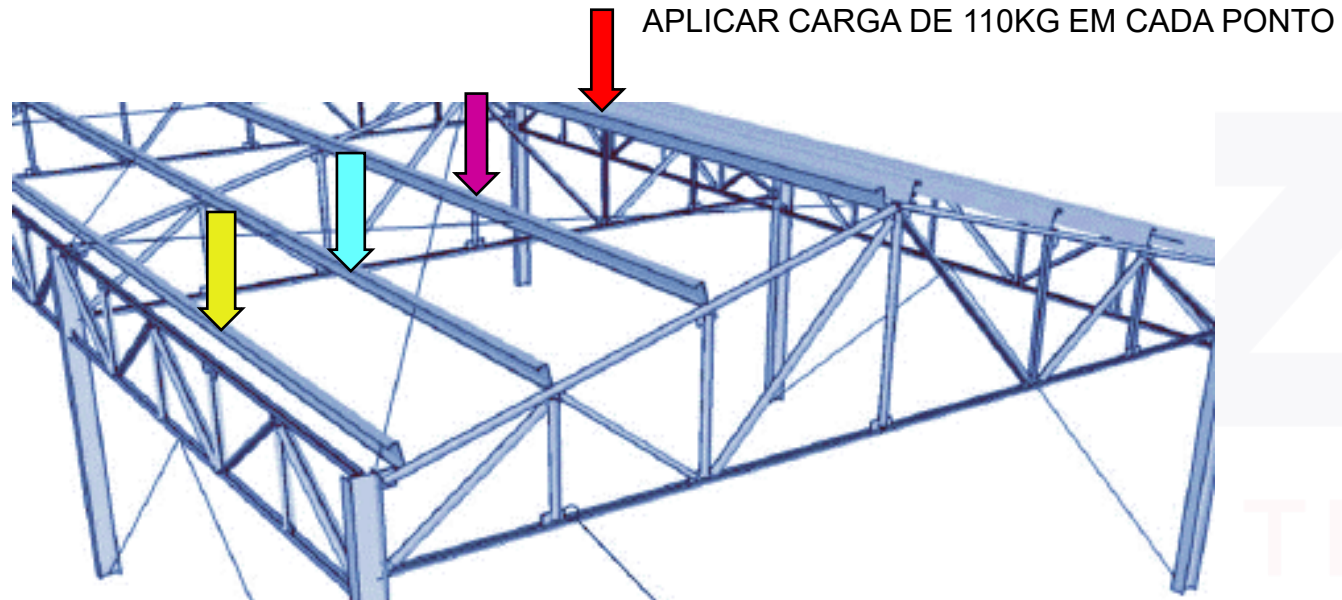
Modo de deslocamento não recomendado, porém comum em muitas instalações. Para a segurança do projeto considere carga pontual, exceto se tomar conhecimento que o cliente adota gestão rígida a quanto a aplicação de normas.

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE MANUTENÇÃO

👉 Como encontrar e calcular força de serviço de manutenção na estrutura

👉 APLICAÇÃO DE CARGA



B.5.1 Coberturas comuns

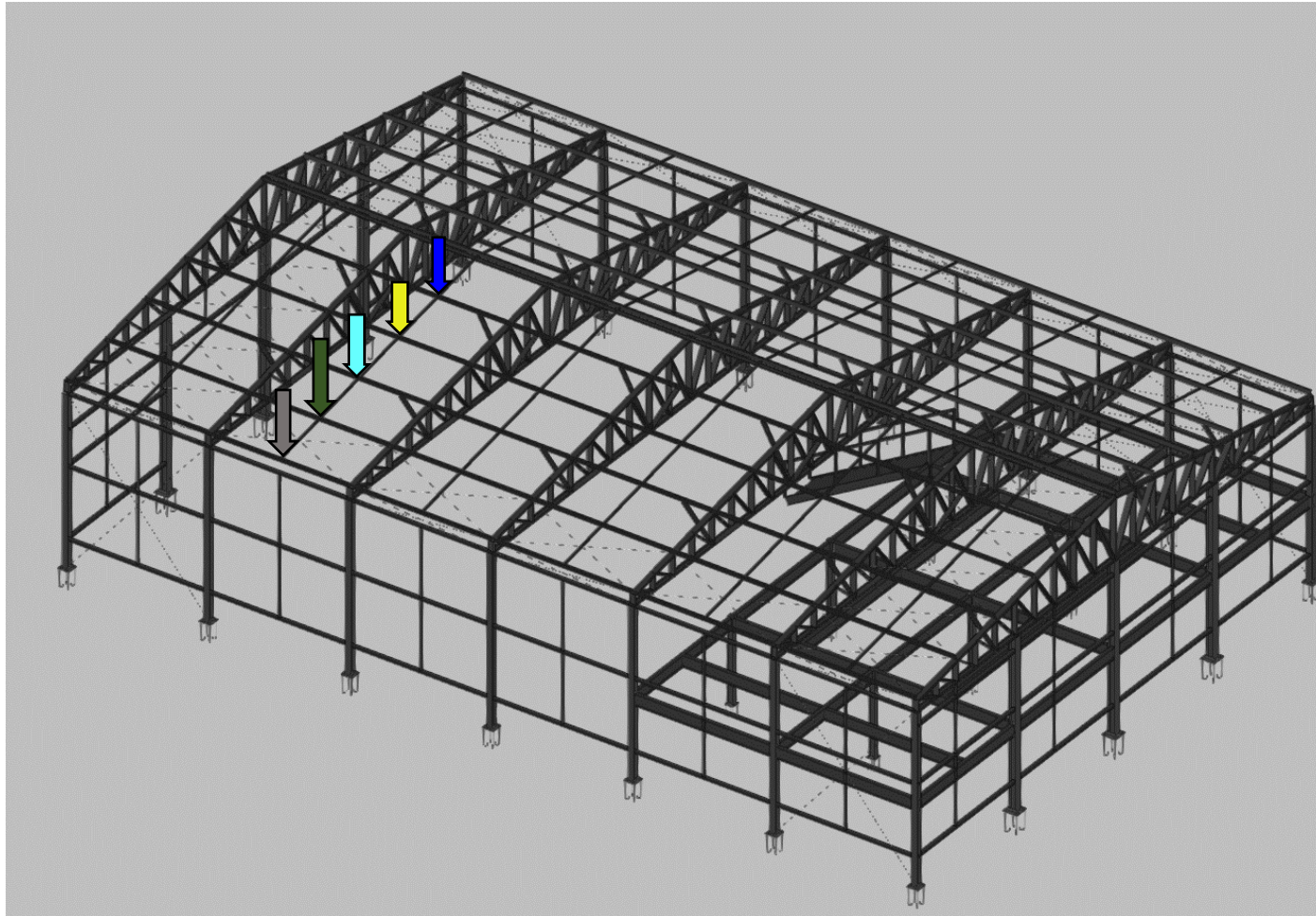
Nas coberturas comuns (telhados), na ausência de especificação mais rigorosa, deve ser prevista uma sobrecarga característica mínima de $0,25 \text{ kN/m}^2$, em projeção horizontal. Admite-se que essa sobrecarga englobe as cargas decorrentes de instalações elétricas e hidráulicas, de isolamentos térmico e acústico e de pequenas peças eventualmente fixadas na cobertura, até um limite superior de $0,05 \text{ kN/m}^2$.

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE MANUTENÇÃO

👉 Como encontrar e calcular força de serviço de manutenção na estrutura

👉 APLICAÇÃO DE CARGA



SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 26

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE LINHA DE VIDAS

GULIN

LÍDER NA PROTEÇÃO CONTRA QUEDA
EM LINHA DE VIDA HORIZONTAL

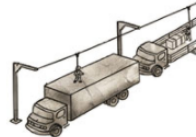
EMPRESA | PRODUTOS E ÁREAS DE TRABALHO | VÍDEOS | CENTRO DE SIMULADORES | CONTATO / ASSIST. TÉCNICA

LINHA DE VIDA HORIZONTAL TOTALFLEX GULIN

TELHADOS




ÁREAS DE CARGA



BEIRAIS



VÍDEOS SOBRE LINHA DE VIDA HORIZONTAL:

 [TUDO SOBRE PRODUTO](#)

 [REGRAS PARA PROJETO E USO](#)

DEMAIS ÁREAS DE ATUAÇÃO

CADEIRAS SUSPENSAS

ANDAIMES SUSPENSOS



ESPAÇOS CONFINADOS



MOVIMENTAÇÃO INTERNA



Convite:

PARA CONHECER E DEFINIR ADEQUADOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO, VENHA VISITAR O
MAIOR CENTRO DE TREINAMENTO COM SIMULADORES DA AMÉRICA LATINA

<http://gulin.com.br/index.asp>



LINHA DE VIDA TOTALFLEX
ATENDE AO ANEXO II DA NR-35

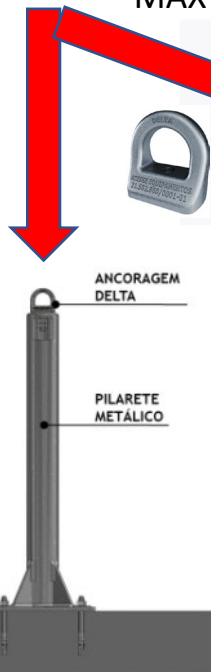
SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
CLASS ENGINEER

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE LINHA DE VIDAS

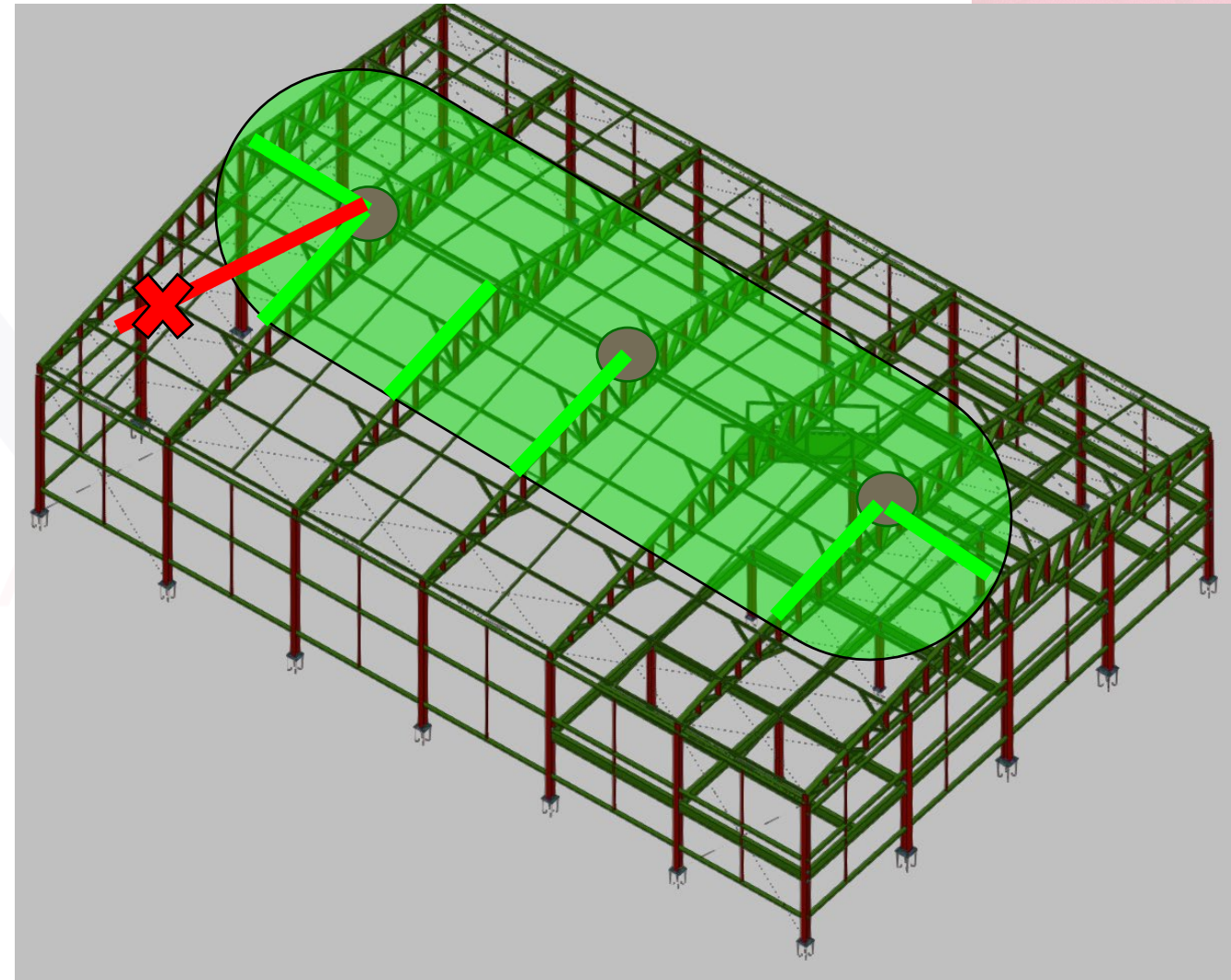
👉 Como encontrar e calcular esforços de linha de vida

👉 LINHA DE VIDA HORIZONTAL – **ACESSÓRIOS**



INSTALAR NO TOPO DA CUMEEIRA PARA MELHOR APROVEITAMENTO

<https://acesseequipamentos.com/portfolio/acesse-horizonta/>



CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE LINHA DE VIDAS

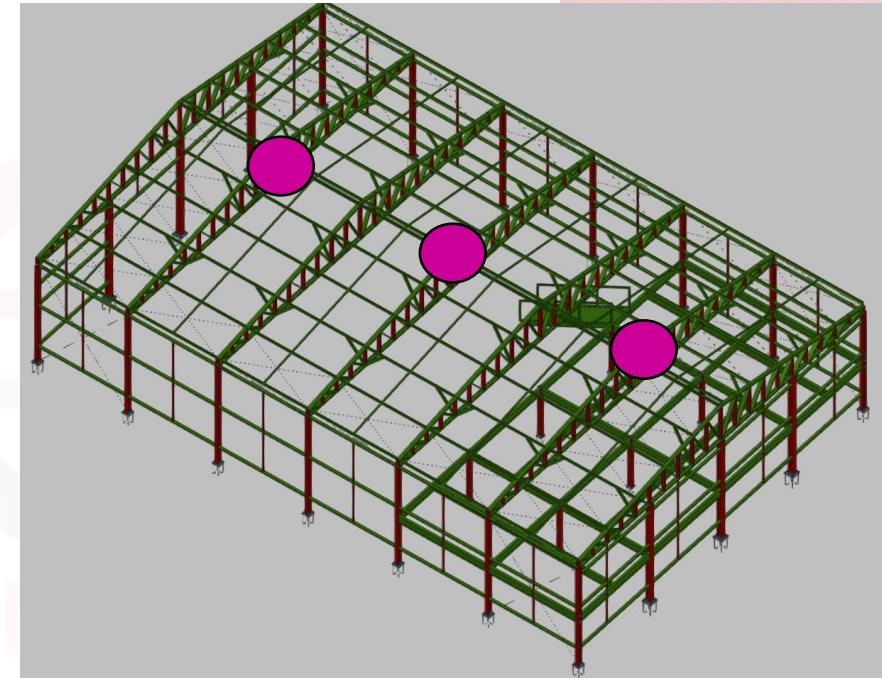
Como encontrar e calcular esforços de linha de vida

LINHA DE VIDA HORIZONTAL – **ACESSÓRIOS**

● PILAR TF-600



Produzido em aço galvanizado, para fixação das ancoragens de extremidades ou suportes intermediários em plano horizontal (laje ou cobertura). Carga máxima de trabalho: 1.500 kgf.



● PLACA TF-610



Placa de ancoragem para montagem no pilar TF-600. Produzida em aço inox. Carga máxima de trabalho: 1.500 kgf.



Placa de Ancoragem TF-610

Instalada em pilar TF-600

● CABO DE AÇO COM 8 MM DE DIÂMETRO INOXIDÁVEL OU GALVANIZADO



Formação 7 x 19 (7 pernas com 19 fios), carga de ruptura superior a 4.000 kgf.

Cabo - 6 x 19 AF ou 6 x 25 - CIMAF

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE LINHA DE VIDAS

Como encontrar e calcular esforços de linha de vida

LINHA DE VIDA HORIZONTAL – **ACESSÓRIOS**

<http://gulin.com.br/index.asp>



● ESTICADOR DE CABO DE AÇO TF-100



Tipo manilha x manilha, em aço carbono galvanizado a quente ou aço inox, com travas anti-rotacionais para evitar desregulagem acidental da tensão da linha, grande curso de regulagem (30cm), carga de ruptura superior a 4.000kgf.

● INDICADOR DE TENSÃO TF-200



Produzido em aço inox, com janelas retangulares de inspeção para indicar liberação ou impedimento de uso da Linha, conforme esclarecimento abaixo:



Janelas retangulares aparentes indicam que a linha está liberada para uso.



Janelas retangulares não aparentes indicam que a linha está desregulada e não pode ser usada. Deve ser inspecionada e novamente regulada.

● ABSORVEDOR DE ENERGIA TF-300



Produzido em aço inox. Em caso de retenção de queda de até 3 trabalhadores simultâneos, limita a força aplicada aos pontos de ancoragem a valor inferior a 700 kgf.



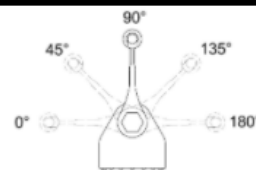
● SUPORTE INTERMEDIÁRIO TF-400



Produzido em aço inox, possibilita fácil movimentação do troles TR-5 e TR-6. Os suportes intermediários devem ser instalados a uma distância de, no máximo, 15 metros.



Suporte Intermediário TF-400 instalado em pilar TF-600



O suporte TF-400 possui cinco regulagens possibilitando ser instalado no plano horizontal, inclinado ou vertical.

O cabo de aço é colocado facilmente no Suporte Intermediário de encaixe rápido por giro do cabo. Esse encaixe possibilita montar ou desmontar uma linha rapidamente ou até, substituir um suporte sem desmontá-la.



SEJA BEM-VINDO A
EFINZOR
Platt ENGINEER

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

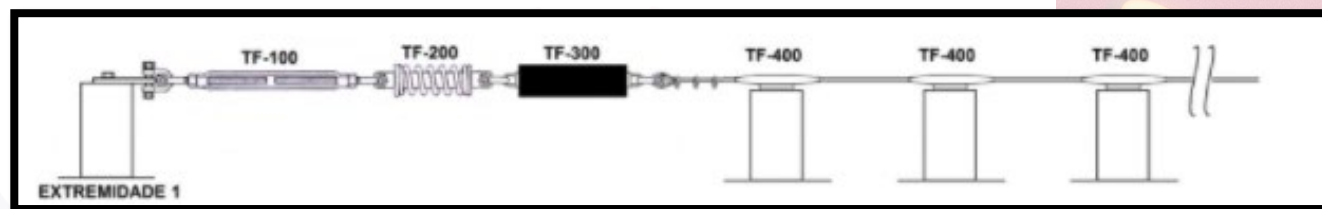
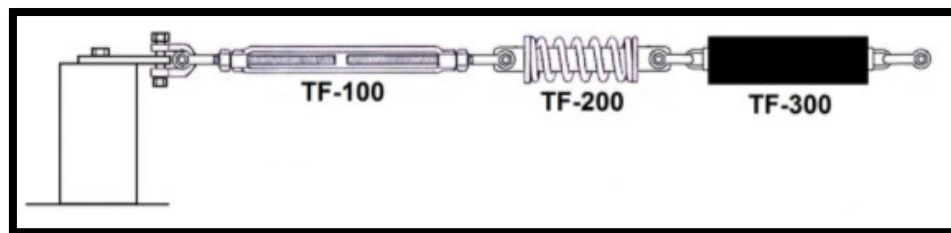
CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE LINHA DE VIDAS

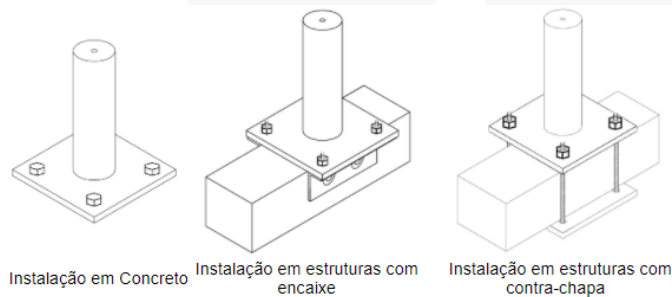
👉 Como encontrar e calcular esforços de linha de vida

👉 LINHA DE VIDA HORIZONTAL – MONTAGEM

MONTAGEM DOS ACESSÓRIOS



MONTAGEM DA ANCORAGEM



As normas que abordam pontos de ancoragem são:

- NBR 16325-1 – Pontos de ancoragem tipos A, B, e D.
- NBR 16325-2 – Pontos de ancoragem tipo C



<http://gulin.com.br/index.asp>

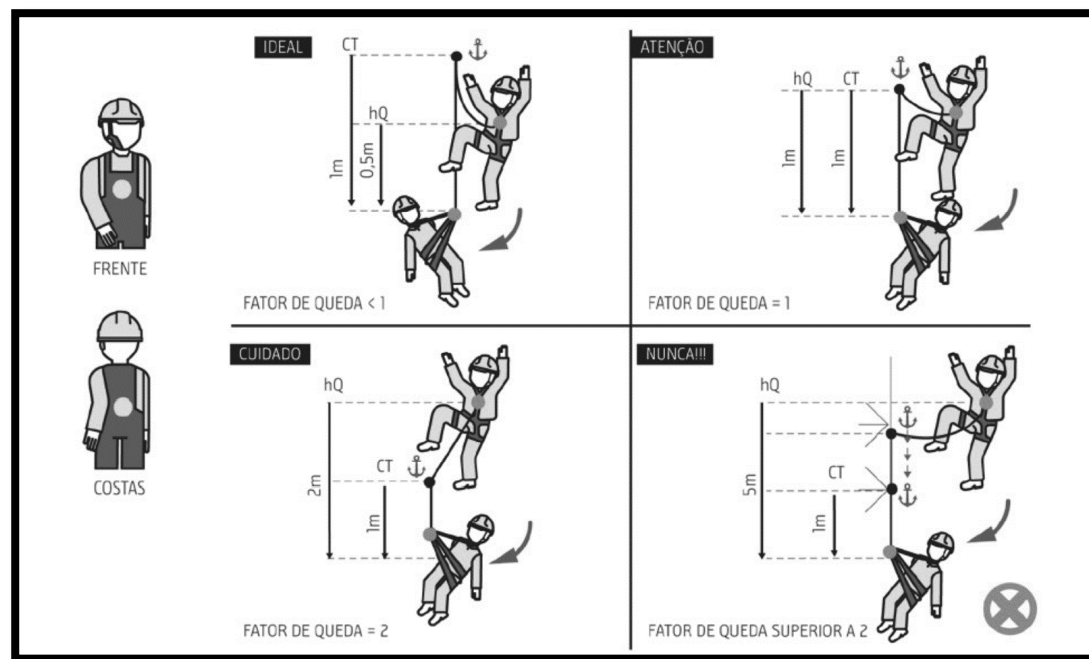


EM - VINDO A
ENGINEER
YZOR

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE LINHA DE VIDAS

- Como encontrar e calcular esforços de linha de vida
- LINHA DE VIDA HORIZONTAL – CÁLCULO FATOR DE QUEDA



Classificação dos Fatores de Queda

Fator 0	Fator de Queda < 1	IDEAL
Fator 1	Fator de Queda = 1	ATENÇÃO
Fator 2	Fator de Queda = 2	CUIDADO
Fator acima de 2	Fator de Queda > 2	NUNCA

$$\text{FATOR DE QUEDA} = \frac{\text{ALTURA DA QUEDA}}{\text{COMPIMENTO DO TALABARTE}}$$

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE LINHA DE VIDAS

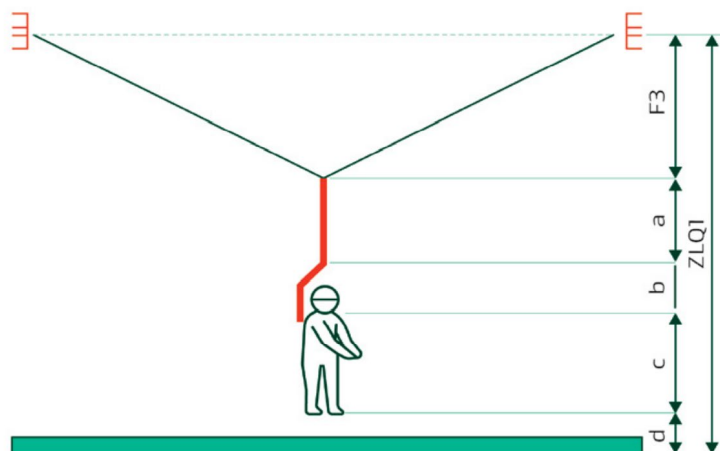
👉 LINHA DE VIDA HORIZONTAL – CÁLCULO COM ABSORVEDOR



Conforme estipulado pela NBR 14629 – 2011 item 4.4 a carga de frenagem máxima que pode atuar sobre um corpo em queda livre é de 6KN, logo precisamos inserir um **ABSORVEDOR DE ENERGIA** no corpo para desacelerar o movimento de queda.

Vamos considerar em nosso cálculo que o talabarte está equipado com o absorvedor de energia.

CÁLCULO DE ZONA LIVRE DE QUEDA COM ABSORVEDOR – ZLQ1



FONTE: ADAPTADO DE BRANCHTEIN; SOUZA; SIMON, 2015

$$ZLQ = f3 + a + b + c + d$$

F3 = Flecha dinâmica de cálculo

a = Comprimento do talabarte.

b = Comprimento do absorvedor de energia totalmente aberto.

c = Distância do elemento de engate do cinturão até o pé da pessoa (1,5m). Adotamos 1,8m para prevenir escorregamento do cinto.

d = Distância de segurança (1 metro; determinada nas normas NBR 14626, 14627, 14628, 14629, 15834).



CASO 01

USE NOSSA PLANILHA AUTOMÁTICA
PARA CÁLCULO DETALHADO

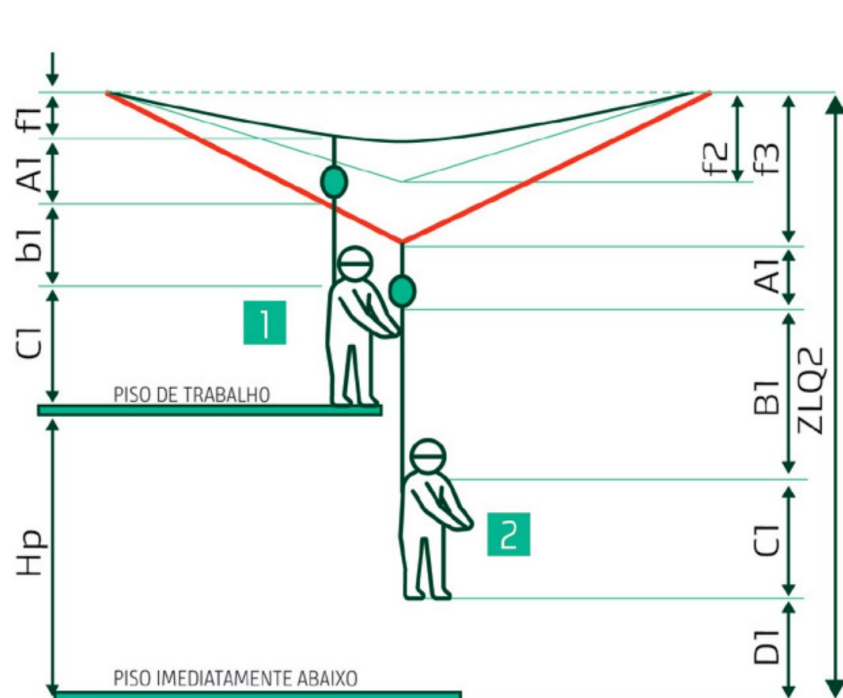
CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE LINHA DE VIDAS

👉 LINHA DE VIDA HORIZONTAL – CÁLCULO COM TRAVA-QUEDAS RETRÁTIL

CÁLCULO DE ZONA LIVRE DE QUEDA COM TRAVA-QUEDAS RETRÁTIL – ZLQ2

Caso 2: Utilização de trava-quadras retrátil diretamente acoplado ao anel D do cinturão de segurança tipo paraquedista.



$$ZLQ = f_3 + A_1 + B_1 + C_1 + D_1$$

FONTE: ADAPTADO DE BRANCHTEIN; SOUZA; SIMON, 2015

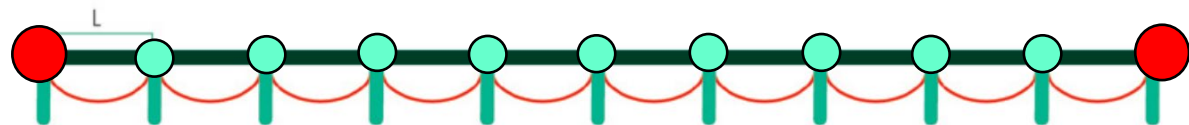
CASO 02

USE NOSSA PLANILHA AUTOMÁTICA
PARA CÁLCULO DETALHADO

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA DE LINHA DE VIDAS

👉 LINHA DE VIDA HORIZONTAL – CÁLCULO COM VÁRIOS VÃOS – SEM ABSORVEDOR



LINHAS DE VIDA COM VÁRIOS VÃOS – SEM ABSORVEDORES

CÁLCULO DO ESFORÇO DE ANCORAGENS

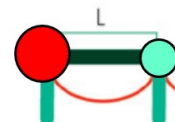
CONSIDERAR VÃO COMO DISTÂNCIA ENTRE OS EXTREMOS

EXEMPLO

Uma linha sobre telhado que tenha 6 vãos de 6,00 metros cada deve ser calculada como se fosse uma linha só de 36,00 metros utilizando a planilha de cálculo.

CÁLCULO DO DE FLECHAS

CONSIDERAR VÃO COMO DISTÂNCIA ENTRE SUPORTES INTERMEDIÁRIOS



As flechas devem ser calculadas considerando o aumento total do cabo de aço pela força, somadas aos comprimentos deixados pela flecha de montagem, considerando somente um vão, para o cálculo da flecha.

CASO 03

USE NOSSA PLANILHA AUTOMÁTICA
PARA CÁLCULO DETALHADO

👉 LINHA DE VIDA HORIZONTAL – CHECK LIST/OBSERVAÇÕES FINAIS

1. Antes de começar o projeto, verifique as ZLQ, elas te mostram se há altura suficiente para montar a linha de vida.
2. Verifique o fator de queda, em galpões, devido a inclinação do telhado e considerando que a queda ocorrerá nas extremidades o fator de queda é próximo de 1,
3. A carga resistente horizontal mínima do Piralete deve ser de **1.500KGF**, mesmo que seja colocado absorvedores na ancoragem que reduzem as cargas para 700~600kgf a norma pede coeficiente de segurança x 2
4. Instale os pilaretes na cumeeira se possível
5. Faça ensaios na estrutura para avaliar a resistência mecânica das ancoragens
6. Após um acidente de queda toda o sistema precisa ser vistoriado.

PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 27

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CARGA ACIDENTAL FQ E NOCIONAL

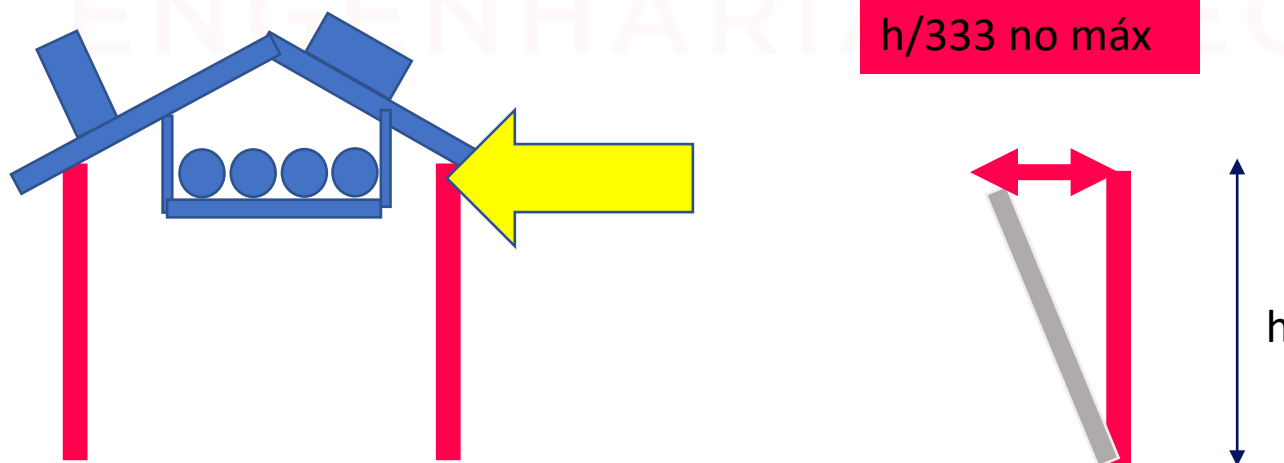
- ☞ CONFORME ANEXO B NBR 8800 – CARGA ACIDENTAL = $0,25\text{KN/m}^2 * \text{distancia entre pórticos}$

Aplique essa carga linear no pórtico

- ☞ APLICAR CARGA DE 0,03% DOS VALORES DAS CARGAS GRAVITACIONAIS HORIZONTALMENTE PARA SIMULAR DESLOCAMENTO HORIZONTALIS QUE NÃO DEVEM ULTRAPASSAR $H/333$

Essa será uma carga pontual no topo do PILAR

Soma-se todas as cargas que se tem para descarregar em um pórtico (tudo mesmo) - Precisam estarem convertidas para 90° com o solo Majora (usando os coeficientes de majoração)
Multiplica pela distancia entre pórticos



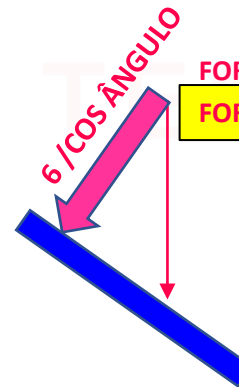
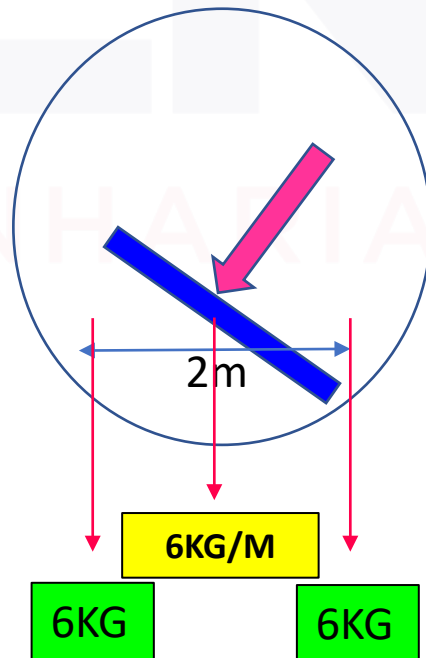
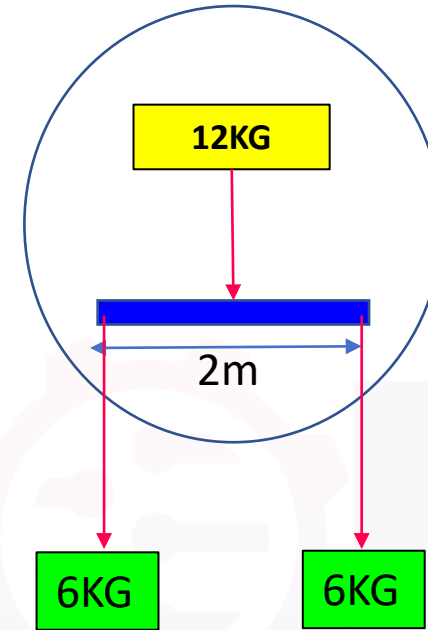
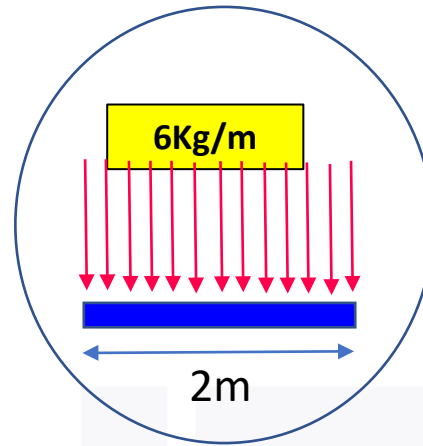
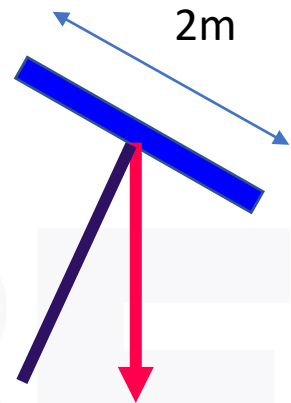
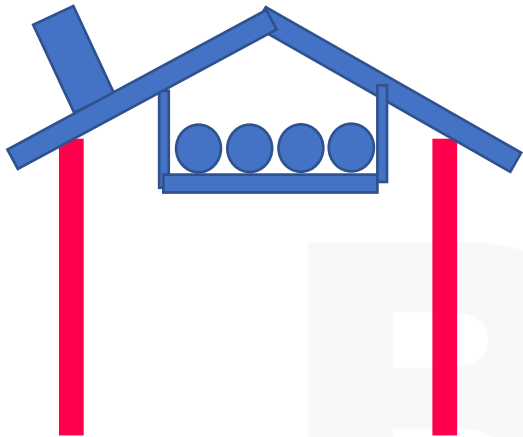
PROJETISTA DE

ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 28

CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

CONVERSÃO DE CARGAS PARA 90°



$$\text{FORÇA INCLINADA (15°)} = 6 / 0,9659$$

$$\text{FORÇA INCLINADA (15°)} = 6,21\text{KG/m}$$

Ângulo	Sen	Cos	Tg
1°	0,0175	0,9998	0,0175
2°	0,0349	0,9994	0,0349
3°	0,0523	0,9986	0,0524
4°	0,0698	0,9976	0,0699
5°	0,0872	0,9962	0,0875
6°	0,1045	0,9945	0,1051
7°	0,1219	0,9925	0,1228
8°	0,1392	0,9903	0,1405
9°	0,1564	0,9877	0,1584
10°	0,1736	0,9848	0,1763
11°	0,1908	0,9816	0,1944
12°	0,2079	0,9781	0,2126
13°	0,225	0,9744	0,2309
14°	0,2419	0,9703	0,2493
15°	0,2588	0,9659	0,2679
16°	0,2756	0,9613	0,2867
17°	0,2924	0,9563	0,3057
18°	0,309	0,9511	0,3249
19°	0,3256	0,9455	0,3443
20°	0,342	0,9397	0,364

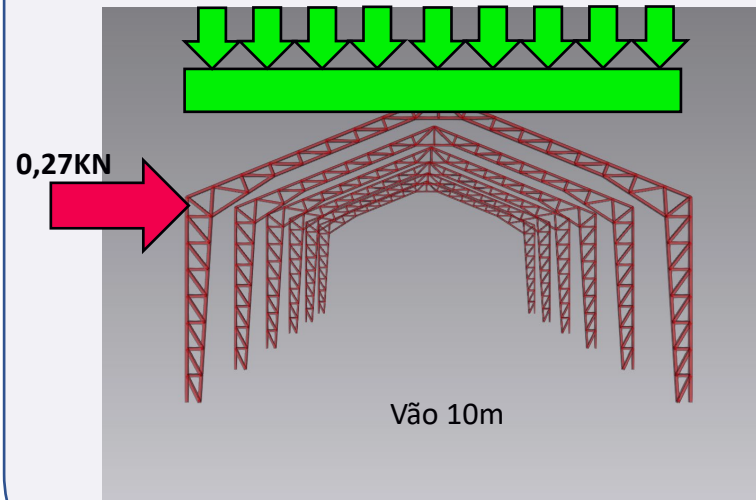
PROJETISTA DE ESTRUTURAS METÁLICAS

AULA 29

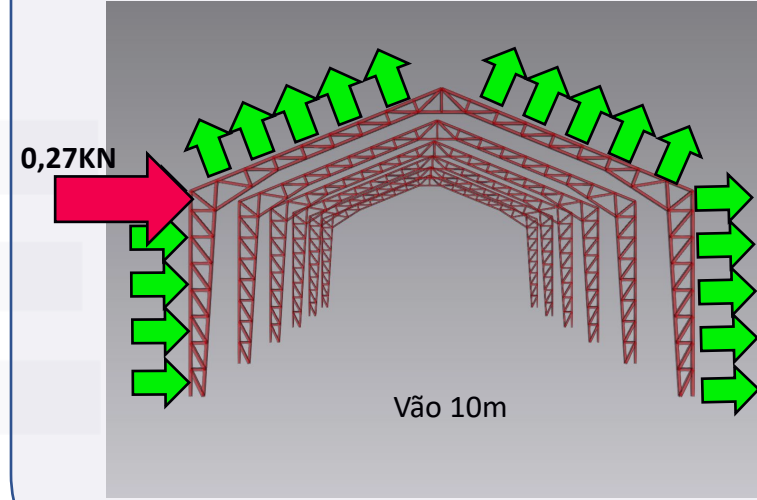
HIPÓTESES E APLICAÇÃO DE CARGA

Sem vento

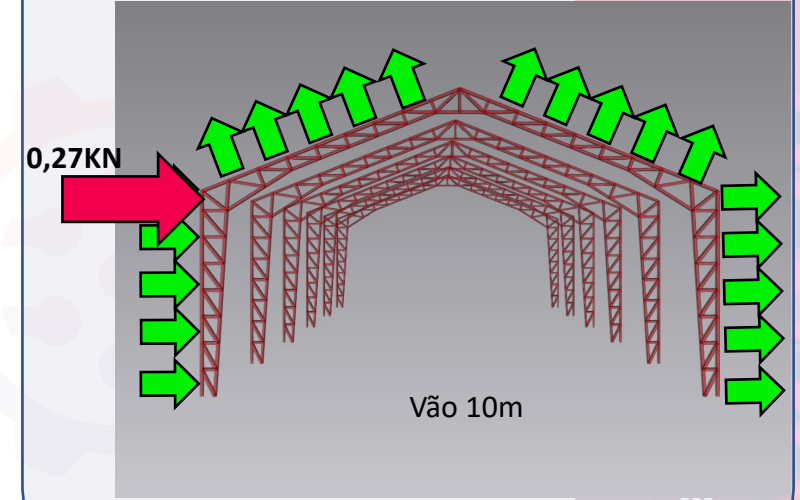
Carga Majorada ex: 9KN/m

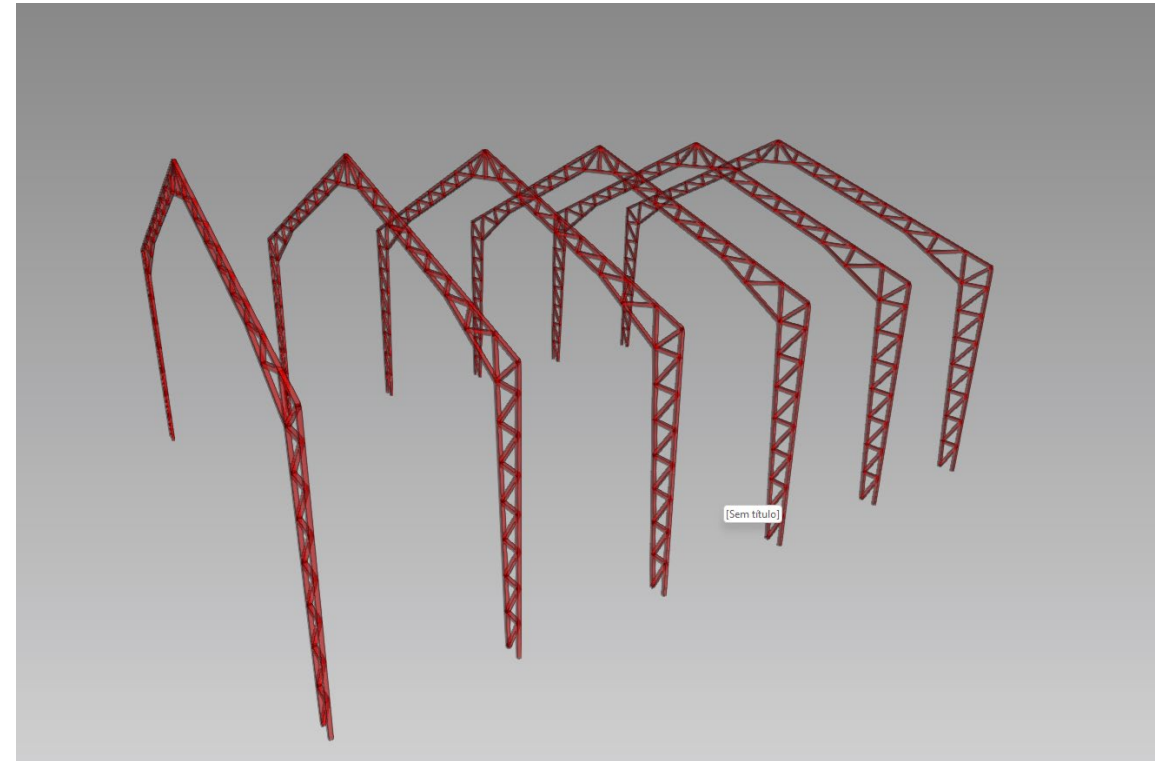
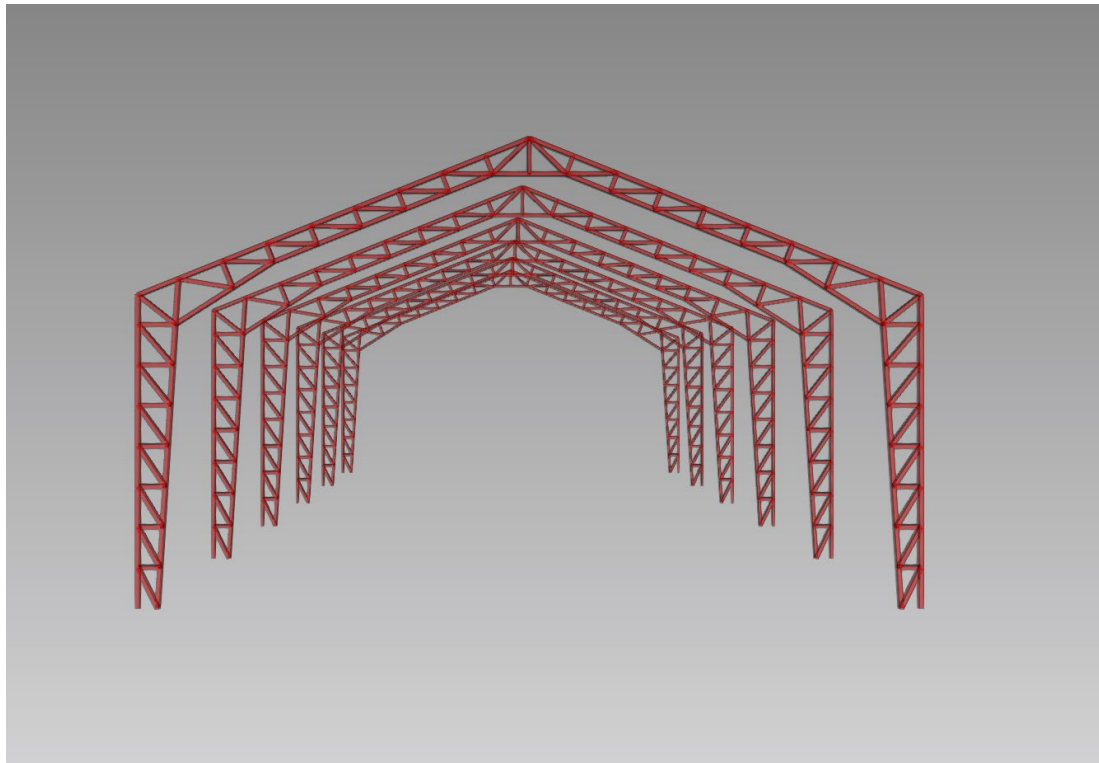


Vento 0°



Vento 90°





PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

ULTIMA NORMAL

PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA - ELU

4.7.7.2.1 Combinações últimas normais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{Gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{Q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{Qj} \psi_{0j} F_{Qj,k})$$

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_{f1} \gamma_{fB}$

Combinações	Ações permanentes (γ_g) ^{a,c}					Indiretas
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estrutura moldada local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com ações in loco	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
Ações variáveis (γ_q) ^{a,d}						
Efeito da temperatura		Ação do vento		Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

Combinação permanente ou transitória

	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinação	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente	1.000	1.500	—	—
Pré-esforço	1.000	1.000	—	—
Retração	1.000	1.000	—	—
Sobrecarga (Uso 1)	0.000	1.500	1.000	0.800
Sobrecarga (Uso 2)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Uso 3)	0.000	1.500	1.000	0.500
Vento	0.000	1.400	1.000	0.600
Neve	0.000	1.500	1.000	1.000
Temperatura	0.000	1.000	1.000	0.600
Empuxos do terreno	1.000	1.000	—	—

Aceitar Cancelar

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações variáveis	Descrição	γ_{R2} ^a		
		ψ_0	ψ_1 ^d	ψ_2 ^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^b	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^b	0,7	0,6	0,4
Vento	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas, garagens, sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rotantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rotantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.
^b Edificações residenciais de acesso restrito.
^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.
^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.
^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.

USO 1 CARGA E EQUIPAMENTOS

USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO

USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

Coeficientes de combinação

Introduzir coeficientes de majoração

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Introduzir coeficientes de majoração e combinação:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \psi_{ai} Q_{ki}$$

01

INGENHEIRO
VINDOR

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

ESPECIAL OU DE CONSTRUÇÃO

3.3

ações de construção

ações transitórias que são consideradas nas estruturas em que haja risco de ocorrência de estado-limite durante a fase de construção

PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA - ELU

4.7.7.2.3 Combinações últimas de construção

$$F_d = \sum_{i=1}^n (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0i,ef} F_{Qj,k})$$

Os fatores $\psi_{0i,ef}$ são iguais aos fatores ψ_{0i} adotados nas combinações normais, salvo quando a ação variável especial F_{Q1} tiver um tempo de atuação muito pequeno, caso em que $\psi_{0i,ef}$ podem ser tomados como os correspondentes fatores de redução ψ_{2j} .

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_n \gamma_{Rf}$

Combinações	Ações permanentes (γ_p) ^{a,c}					Indiretas
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de moldados no local de elementos construídos e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construídos com ações in loco	Peso próprio de elementos construídos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_q) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Carga do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

Combinação permanente ou transitória

	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinação	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente	1.000	1,4	—	—
Pré-esforço	1.000	1.000	—	—
Retração	1.000	1.000	—	—
Sobrecarga (Uso 1)	0.000	1,3	1,0	0,8
Sobrecarga (Uso 2)	0.000	1,3	1,0	0,7
Sobrecarga (Uso 3)	0.000	1,2	1,0	0,5
Vento	0.000	1,2	1,0	0,6
Neve	0.000	1.500	1.000	1.000
Temperatura	0.000	1.000	1.000	0.600
Empuxos do terreno	1.000	1.000	—	—

Aceitar Cancelar

USO 1 CARGA E EQUIPAMENTOS

USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO

USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

Coeficientes de combinação

Introduzir coeficientes de majoração

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Introduzir coeficientes de majoração e combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 , de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações	Descrição	ψ_0	ψ_1 ^d	ψ_2 ^e
		Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação		
	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^{b)}	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^{c)}	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rotantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rotantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.
^b Edificações residenciais de acesso restrito.
^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.
^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.
^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.

02

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

ULTIMO EXCEPCIONAL

PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA - ELU

4.7.7.2.4 Combinações últimas excepcionais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{G_{i,k}}) + F_{Q,exc} + \sum_{j=1}^n (\gamma_{qj} \Psi_{0j} \Psi_{1j} \Psi_{2j} F_{Q_{j,k}})$$

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_n \gamma_{nf}$

Combinações	Ações permanentes (γ_p) ^a					Indiretas
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com condições locais	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_q) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^c	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

3.6

ações excepcionais

ações que têm duração extremamente curta e probabilidade muito baixa de ocorrência ao longo da vida da edificação, podendo provocar efeitos catastróficos

EXEMPLOS Choque de veículos e equipamentos, explosões e enchentes, entre outros.

NOTA São também consideradas ações excepcionais aquelas decorrentes de incêndios e sismos, tratadas em Normas Brasileiras específicas.

Combinação permanente ou transitória

	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinação	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente	1.000	1,3	—	—
Pré-esforço	1.000	1.000	—	—
Retração	1.000	1.000	—	—
Sobrecarga (Uso 1)	0.000	1	1,0	0,8
Sobrecarga (Uso 2)	0.000	1	1,0	0,7
Sobrecarga (Uso 3)	0.000	1	1,0	0,5
Vento	0.000	1	1,0	0,6
Neve	0.000	1.500	1.000	1.000
Temperatura	0.000	1.000	1.000	0.600
Empuxos do terreno	1.000	1.000	—	—

Aceitar Cancelar

USO 1 CARGA E EQUIPAMENTOS

USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO

USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

Coeficientes de combinação

Introduzir coeficientes de majoração

$$\sum_{j=1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i=2} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Introduzir coeficientes de majoração e combinação

$$\sum_{j=1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i=2} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 , e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações variáveis	Descrição	γ_{R2} ^a		
		ψ_0	ψ_1 ^d	ψ_2 ^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e equipamentos que permaneçam fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^b	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permaneçam fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^b	0,7	0,6	0,4
Vento	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas, garagens, sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rotantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rotantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.
^b Edificações residenciais de acesso restrito.
^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.
^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.
^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.

03

INTEC
NBR

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

QUASE PERMANENTE

PARA ANALISAR DESLOCAMENTO/CONFORTO - ELS

4.7.7.3.2 Combinações quase permanentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{G_{i,k}} + \sum_{j=1}^n (\Psi_{2j} F_{Q_{j,k}})$$

1,0

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_{fl} \gamma_{fb}$

Combinações	Ações permanentes (γ_g) ^{a,c}					Indiretas
	Diretas					
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_q) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

4.7.7.3.2 Combinações quase permanentes de serviço

As combinações quase permanentes são aquelas que podem atuar durante grande parte do período de vida da estrutura, da ordem da metade desse período. Essas combinações são utilizadas para os efeitos de longa duração e para a aparência da construção.

Nas combinações quase permanentes, todas as ações variáveis são consideradas com seus valores quase permanentes $\Psi_2 F_{Q,k}$:

No contexto dos estados-limites de serviço, o termo "aparência" deve ser entendido como relacionado a deslocamentos excessivos que não provoquem danos a outros componentes da construção, e não a questões meramente estéticas.

Combinação	segurança		combinação	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente	1.000	1	—	—
Pré-esforço	1.000	1	—	—
Retração	1.000	1	—	—
Sobrecarga (Uso 1)	0.000	1	0,6	0,6
Sobrecarga (Uso 2)	0.000	1	0,4	0,4
Sobrecarga (Uso 3)	0.000	1	0,3	0,3
Vento	0.000	1	0	0
Neve	0.000	1	1.000	1.000
Temperatura	0.000	1	1.000	1.000
Empuxos do terreno	1.000	1	—	—

USO 1 CARGA E EQUIPAMENTOS

USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO

USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

Coeficientes de combinação

Introduzir coeficientes de majoração

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{k_j} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q_i} Q_{k_i}$$

Introduzir coeficientes de majoração e combinação:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{k_j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q_i} \Psi_{ai} Q_{k_i}$$

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações	Descrição	γ_{fl} ^a		
		ψ_0	ψ_1 ^d	ψ_2 ^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permaneçam por longos períodos de tempo, nem de grandes concentrações de pessoas	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas	0,7	0,6	0,4
Vento	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rotantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rotantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.

^b Edificações residenciais de acesso restrito.

^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.

^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.

^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.

04

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

FREQUENTE DE SERVIÇO

PARA ANALISAR DESLOCAMENTO/CONFORTO - ELS

4.7.7.3.3 Combinações freqüentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \Psi_1 F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\Psi_{2j} F_{Qj,k})$$

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_G, \gamma_Q, \gamma_P, \gamma_{Q1}, \gamma_{Q2}, \gamma_{Q3}$

Combinações	Ações permanentes (γ_G) ^{a,c}					Indiretas
	Diretas					
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_Q) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

4.7.7.3.3 Combinações freqüentes de serviço

As combinações freqüentes são aquelas que se repetem muitas vezes durante o período de vida da estrutura, da ordem da 10^5 vezes em 50 anos, ou que tenham duração total igual a uma parte não desprezável desse período, da ordem de 5%. Essas combinações são utilizadas para os estados-limites reversíveis, isto é, que não causam danos permanentes à estrutura ou a outros componentes da construção, incluindo os relacionados ao conforto dos usuários e ao funcionamento de equipamentos, tais como vibrações excessivas, movimentos laterais excessivos que comprometam a vedação, empoçamentos em coberturas (ver 9.3 e 11.6) e aberturas de fissuras.

Combinação permanente ou transitória

	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinação	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente	1.000	1	—	—
Pré-esforço	1.000		—	—
Retração	1.000		—	—
Sobrecarga (Uso 1)	0.000		0,7	0,6
Sobrecarga (Uso 2)	0.000		0,6	0,4
Sobrecarga (Uso 3)	0.000		0,4	0,3
Vento	0.000		0,3	0
Neve	0.000		1.000	1.000
Temperatura	0.000		1.000	1.000
Empuxos do terreno	1.000		—	—

Aceitar Cancelar

USO 1 CARGA E EQUIPAMENTOS

USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO

USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

Coeficientes de combinação

Introduzir coeficientes de majoração

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Introduzir coeficientes de majoração e combinação:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações	Locais	ψ	
		ψ_1	ψ_2 ^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permaneçam fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^{b)}	0,5	0,4, 0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permaneçam fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^c	0,7	0,6, 0,4
Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)		0,8	0,7, 0,6
			0,3, 0
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3, 0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5, 0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4, 0,3
	Vigas de rolamento de pontes rotantes	1,0	0,8, 0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rotantes	0,7	0,6, 0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.
^b Edificações residenciais de acesso restrito.
^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.
^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.
^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.

05

ENGINEER
ZOR
- VINDA R

PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

RARAS DE SERVIÇO

PARA ANALISAR DESLOCAMENTO/CONFORTO - ELS

4.7.7.3.4 Combinações raras de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{1j} F_{Qj,k})$$

1,0

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_{fl} \gamma_{fb}$

Combinações	Ações permanentes (γ_g) ^{a,c}					Indiretas
	Diretas					
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_q) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

As combinações raras são aquelas que podem atuar no máximo algumas horas durante o período de vida da estrutura. Essas combinações são utilizadas para os estados-limites irreversíveis, isto é, que causam danos permanentes à estrutura ou a outros componentes da construção, e para aqueles relacionados ao funcionamento adequado da estrutura, tais como formação de fissuras e danos aos fechamentos.

Nas combinações raras, a ação variável principal F_{Q1} é tomada com seu valor característico $F_{Q1,k}$ e todas as demais ações variáveis são tomadas com seus valores frequentes $\psi_1 F_{Qj,k}$:

Combinação permanente ou transitória

	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinação	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente	1.000		—	—
Pré-esforço	1.000		—	—
Retração	1.000		—	—
Sobrecarga (Uso 1)	0.000		1	0,7
Sobrecarga (Uso 2)	0.000		1	0,6
Sobrecarga (Uso 3)	0.000		1	0,4
Vento	0.000		1	0,3
Neve	0.000		1.000	1.000
Temperatura	0.000		1.000	1.000
Empuxos do terreno	1.000		—	—

1

Aceitar Cancelar

USO 1 CARGA E EQUIPAMENTOS

USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO

USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

Coeficientes de combinação

Introduzir coeficientes de majoração

$$\sum_{j=1}^n \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Introduzir coeficientes de majoração e combinação:

$$\sum_{j=1}^n \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \psi_{ai} Q_{ki}$$

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 , e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações	Descrição	γ_{fl} ^a		
		ψ_0	ψ_1 ^d	ψ_2 ^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^b		0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^b		0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens com sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)		0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral		0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rotantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rotantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.
^b Edificações residenciais de acesso restrito.
^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.
^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.
^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.

06














BENZOR

ENGENHARIA E TECNOLOGIA

PROJETO DE GALPÃO

www.benzor.com.br

www.benzor.com.br
BENZOR
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

-  **PASSO 1** DETERMINAR DIMENSÕES DO GALPÃO (Largura-comprimento-altura-distância entre pórticos)
-  **PASSO 2** DETERMINAR MODELO DO TELHADO
-  **PASSO 3** DETERMINAR INCLINAÇÃO DO TELHADO E ALTURA DO TELHADO
-  **PASSO 4** VER SE O CLIENTE DESEJA FECHAMENTO LATERAL OU SUGERIR CASO NECESSÁRIO
-  **PASSO 5** VERIFICAR ONDE SERÃO AS ABERTURAS PARA PASSAGEM DE PEDESTRES E/OU VEÍCULOS
-  **PASSO 6** ESCOLHER O MODELO DE TELHA E DISTANCIA ENTRE TERÇAS
-  **PASSO 7** ESCOLHER O TIPO DE VIGA E PILAR (ALMA CHEIA OU TRELIÇADA)
-  **PASSO 8** ESCOLHER O TIPO LIGAÇÃO (SOLDADAS, PARAFUSADAS))
-  **PASSO 9** SONДАР NO MERCADO LOCAL PERFIS DISPONÍVEIS E ESPECIFICAÇÃO DO AÇO DISPONÍVEL
-  **PASSO 10** LEVANTAR QUAIS E ONDE AS CARGAS IRÃO ATUAR NA ESTRUTURA
-  **PASSO 11** PRÉ DIMENSIONAMENTO DE PILARES, COLUNAS OU TRELIÇAS
-  **PASSO 12** PRÉ DIMENSIONAMENTO DE TERÇAS
-  **PASSO 13** RESUMO PRÉ DIMENSIONAMENTO

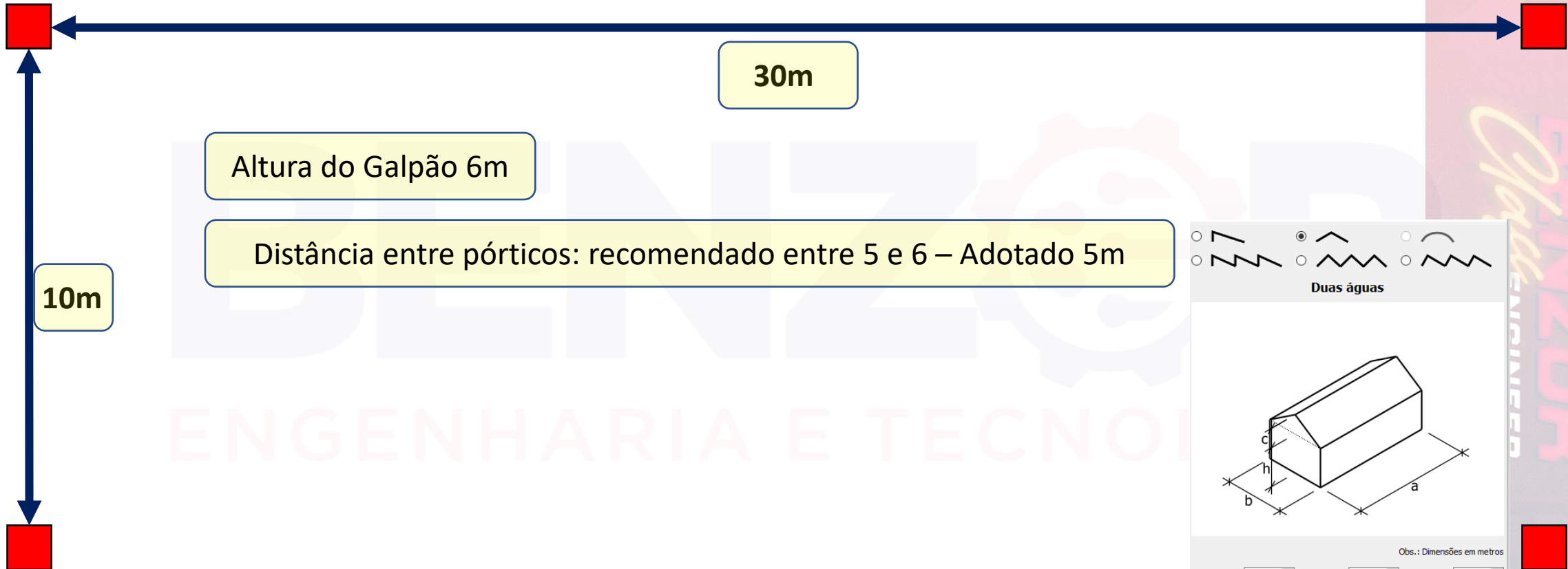
SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
ENGINEER

PROJETO DE GALPÃO

www.benzor.com.br

www.benzor.com.br
BENZOR
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

PASSO 1 DETERMINAR DIMENSÕES DO GALPÃO (Largura-comprimento-altura-distância entre pórticos)



Altura do Galpão 6m

30m

10m

Distância entre pórticos: recomendado entre 5 e 6 – Adotado 5m

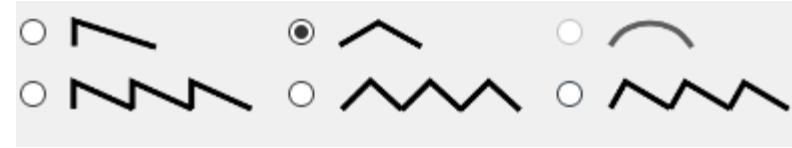
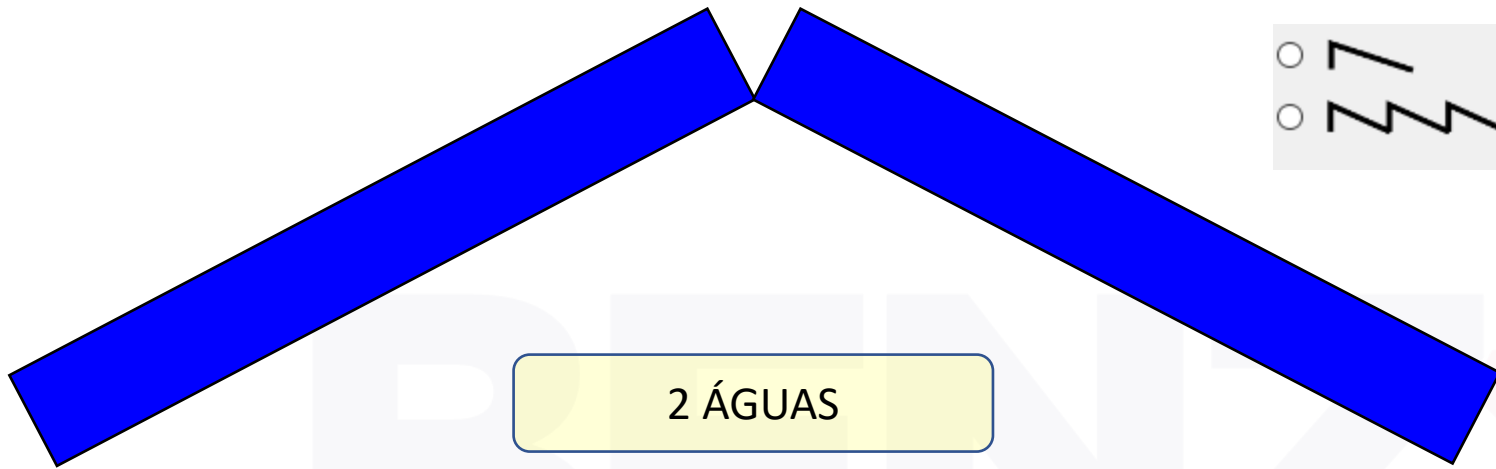
Duas águas

Obs.: Dimensões em metros

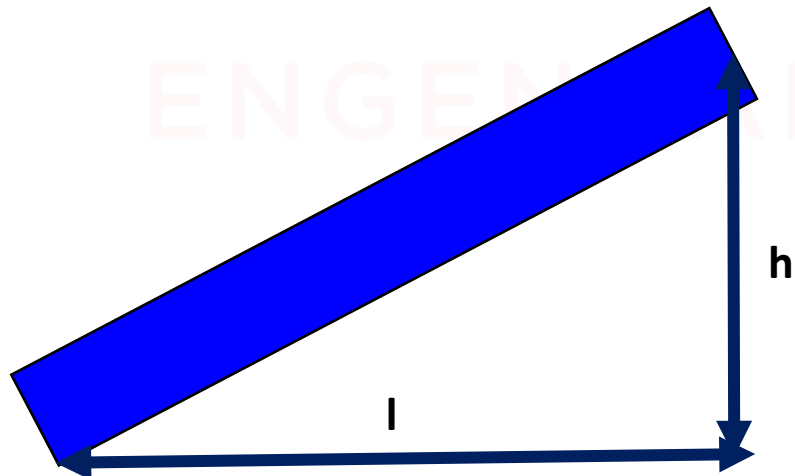
a	30,00	b	10,00	h	6,00
c	1,25				

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
ENGENHARIA

PASSO 2 DETERMINAR MODELO DO TELHADO



PASSO 3 DETERMINAR INCLINAÇÃO DO TELHADO E ALTURA DO TELHADO



$$\frac{h}{l} = 25 \text{ a } 45\% \quad \text{25\% inclinação ideal}$$

$l = 5m$ (Veja passo 1) – metade da largura do galpão

$$\frac{h}{5} = 0,25 \quad \longrightarrow \quad h = 5 * 0,25 \quad \longrightarrow \quad h = 1,25m$$

PASSO 4 VER SE O CLIENTE DESEJA FECHAMENTO LATERAL OU SUGERIR CASO NECESSÁRIO

Sim, fechamento total

PASSO 5 VERIFICAR ONDE SERÃO AS ABERTURAS PARA PASSAGEM DE PEDESTRES E/OU VEÍCULOS

Somente a frente e fundo do galpão serão abertos

PASSO 6 ESCOLHER O MODELO DE TELHA E DISTANCIA ENTRE TERÇAS

Cobertura - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação – 3
- Peso 6Kg/m²

Recomendado espessuras entre 0,55 e 0,7mm

CATÁLOGO DE TELHA SUGESTIVO
DOWNLOAD ÁREA DO ALUNOS

PASSO 6 ESCOLHER O MODELO DE TELHA E DISTANCIA ENTRE TERÇAS

Cobertura - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação – 3
- Peso 6Kg/m²

TELHA TRAPEZOIDAL 40 - Conforme Norma NBR 14514
 Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m ²)	Peso (kg/ml)	I (cm ⁴ /m)	W (cm ³ /m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)											
						1750		2000		2250		2500		2750		3000	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	3,90	3,86	10,4898	3,746	2	176	158	135	106	107	74	86	54	65	41	50	31
					3	176	176	135	135	107	107	86	86	71	71	60	60
					4	220	220	169	169	133	133	108	102	89	77	75	59
0,50	4,56	4,52	12,1631	4,344	2	204	183	156	123	124	86	100	63	75	47	58	36
					3	204	204	156	156	124	124	100	100	83	83	70	70
					4	255	255	195	195	154	154	125	119	103	89	87	69
0,65	6,00	5,94	15,7169	5,613	2	264	236	202	158	160	111	129	81	98	61	75	47
					3	264	264	202	202	160	160	129	129	107	107	90	90
					4	330	330	253	253	200	200	162	153	134	115	112	89
0,80	7,43	7,36	19,2278	6,867	2	323	289	247	194	195	136	158	99	119	75	92	57
					3	323	323	247	247	195	195	158	158	131	131	110	110
					4	404	404	309	309	244	244	198	187	163	141	137	108
0,95	8,86	8,77	22,6961	8,106	2	381	341	292	229	231	161	187	117	141	88	108	68
					3	381	381	292	292	231	231	187	187	154	154	130	130
					4	476	476	365	365	288	288	233	221	193	166	162	128
1,25	11,69	11,58	29,5074	10,538	2	496	444	379	297	300	209	243	152	183	114	141	88
					3	496	496	379	379	300	300	243	243	201	201	169	169
					4	619	619	474	474	375	375	303	288	251	216	211	166

* = Incluindo sobreposição (Larg. útil de 980 mm)

F - Fechamento C - Cobertura

NOTA: A flecha máxima admissível é de 300 mm.

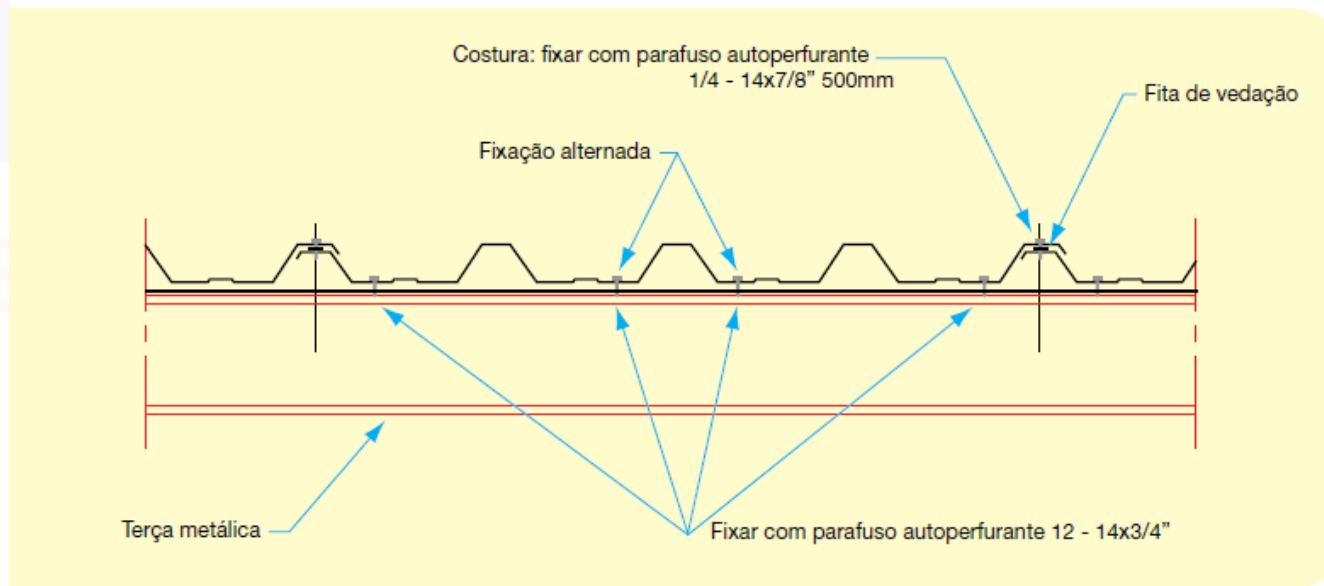
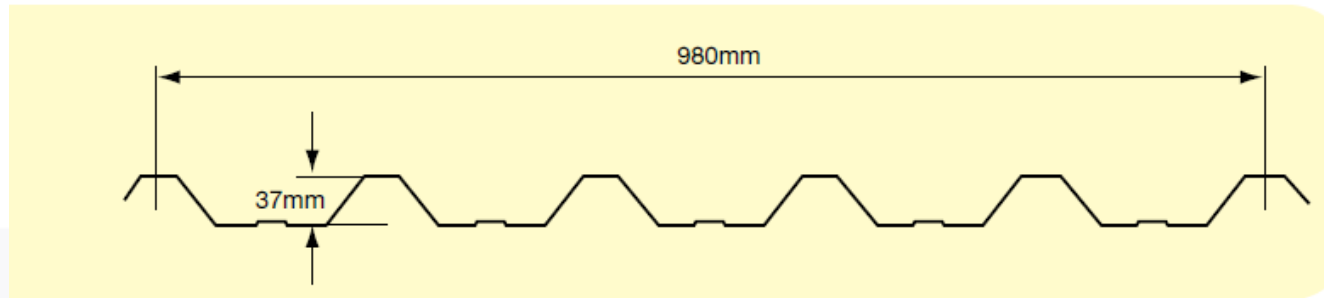
Valores obtidos para cobertura e fechamento obedecendo ao menor valor nos seguintes critérios:

- Flecha máxima L/200 para cobertura e L/125 para fechamento (L - vão entre terças) ou tensão máxima admissível de 1400 kgf/cm².



PASSO 6 ESCOLHER O MODELO DE TELHA E DISTANCIA ENTRE TERÇAS

MONTAGEM DAS TELHAS TRAPEZOIDAIS



PASSO 6 ESCOLHER O MODELO DE TELHA E DISTANCIA ENTRE TERÇAS

Fechamento - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação – 3
- Peso 6Kg/m²

Recomendado espessuras entre 0,55 e 0,7mm

**BAIXE CATÁLOGO DE TELHA SUGESTIVO
DOWNLOAD ÁREA DO ALUNOS**

PASSO 6 ESCOLHER O MODELO DE TELHA E DISTANCIA ENTRE TERÇAS

Fechamento - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação – 3
- Peso 6Kg/m²

TELHA TRAPEZOIDAL 40 - Conforme Norma NBR 14514
 Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m ²)	Peso (kg/ml)	I (cm ⁴ /m)	W (cm ³ /m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)											
						1750		2000		2250		2500		2750		3000	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	3,90	3,86	10,4898	3,746	2	176	158	135	106	107	74	86	54	65	41	50	31
					3	176	176	135	135	107	107	86	86	71	71	60	60
					4	220	220	169	169	133	133	108	102	89	77	75	59
0,50	4,56	4,52	12,1631	4,344	2	204	183	156	123	124	86	100	63	75	47	58	36
					3	204	204	156	156	124	124	100	100	83	83	70	70
					4	255	255	195	195	154	154	125	119	103	89	87	69
0,65	6,00	5,94	15,7169	5,613	2	264	236	202	158	160	111	129	81	98	61	75	47
					3	264	264	202	202	160	160	129	129	107	107	90	90
					4	330	330	253	253	200	200	162	153	134	115	112	89
0,80	7,43	7,36	19,2278	6,867	2	323	289	247	194	195	136	158	99	119	75	92	57
					3	323	323	247	247	195	195	158	158	131	131	110	110
					4	404	404	309	309	244	244	198	187	163	141	137	108
0,95	8,86	8,77	22,6961	8,106	2	381	341	292	229	231	161	187	117	141	88	108	68
					3	381	381	292	292	231	231	187	187	154	154	130	130
					4	476	476	365	365	288	288	233	221	193	166	162	128
1,25	11,69	11,58	29,5074	10,538	2	496	444	379	297	300	209	243	152	183	114	141	88
					3	496	496	379	379	300	300	243	243	201	201	169	169
					4	619	619	474	474	375	375	303	288	251	216	211	166

* = Incluindo sobreposição (Larg. útil de 980 mm)

F - Fechamento

C - Cobertura

NOTA: A flecha máxima admissível é de 300 mm.

Valores obtidos para cobertura e fechamento obedecendo ao menor valor nos seguintes critérios:

- Flecha máxima L/200 para cobertura e L/125 para fechamento (L - vão entre terças) ou tensão máxima admissível de 1400 kgf/cm².

PROJETO DE GALPÃO

www.benzor.com.br

www.benzor.com.br
BENZOR
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

PASSO 7 ESCOLHER O TIPO LIGAÇÃO (SOLDADAS, PARAFUSADAS)

Soldadas

PASSO 8 SONDAR NO MERCADO LOCAL PERFIS DISPONÍVEIS E ESPECIFICAÇÃO DO AÇO DISPONÍVEL

AÇO ASTM A 572- GRAU 50 DISPONÍVEL

Limite de Escoamento, Mpa = 345

Limite de Resistência, Mpa = 450

AÇO ASTM A 572- GRAU 42 DISPONÍVEL

Limite de Escoamento, Mpa = 290

Limite de Resistência, Mpa = 415

AÇO ASTM A36 DISPONÍVEL

Limite de Escoamento, Mpa = 250

Limite de Resistência, Mpa = 400 a 550

AR → Alta resistência

MR → Média resistência


COR → Resistente a corrosão

Tabela de Propriedades Mecânicas Referencial

Propriedades Mecânicas					
Especificação	Equivalência NBR 7007	Limite de Escoamento Min. (MPa)	Limite de Resistência (MPa)	Alongamento 200 mm (%)	Alongamento 50 mm (%)
ASTM A36	MR 250	250	400-550	20	21
ASTM A572 Grau 50	AR 350	350	450 mín.	18	21
ASTM A572 Grau 60	AR 415	415	520 mín.	16	18
ASTM A588	AR 350 COR	350	485 mín.	18	21


PASSO 10 LEVANTAR QUAIS E ONDE AS CARGAS IRÃO ATUAR NA ESTRUTURA

AÇÕES PERMANENTES

- ✓ PESO PRÓPRIO (Peso da estrutura (Vigas, colunas, terças, tirantes))
- ✓ CARGA DE TELHAS  6Kg/m² - Ver passo 6
- ✗ CARGA DE TUBULAÇÃO (PESO LINEAR SOMENTE DO TUBO)
- ✗ CARGA DE CABEAMENTO ELÉTRICO
- ✗ CARGA DE DUTOS DE VENTILAÇÃO OU EXAUSTÃO IÇADOS NA ESTRUTURA
- ✗ CARGA DE EQUIPAMENTOS (EM VAZIO)
- ✗ CARGA DE REVESTIMENTO TÉRMICO
- ✗ CARGA DE REVESTIMENTO ACÚSTICO
- ✗ CARGA DE REVESTIMENTO ANTI DESGASTE

PASSO 10 LEVANTAR QUAIS E ONDE AS CARGAS IRÃO ATUAR NA ESTRUTURA

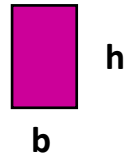
AÇÕES VARIÁVEIS

- ✓ CARGA DE VENTO – VER AULA
- ✓ SOBRECARGA EM COBERTURA – USE SOMENTE QUANDO NÃO FOR POSSÍVEL ESPECIFICAR COM PRECISÃO AS SOBRECARGAS OU SEJA NÃO SE TEM A EXATIDÃO DE CARGAS DE ACESSÓRIOS, SISTEMA ELÉTRICO, REDE E ETC
 -  USAR $0,25\text{KN/m}^2 = 25\text{Kg/m}^2$
- ✗ CARGA DE FLUIDO DE TUBULAÇÃO
- ✗ CARGA DE PARTICULAS DE SISTEMA DE DESPOEIRAMENTO (SE FOR CARGA CONSIDERÁVEL)
- ✗ CARGA VARIÁVEL DE EQUIPAMENTO

PROJETO DE GALPÃO

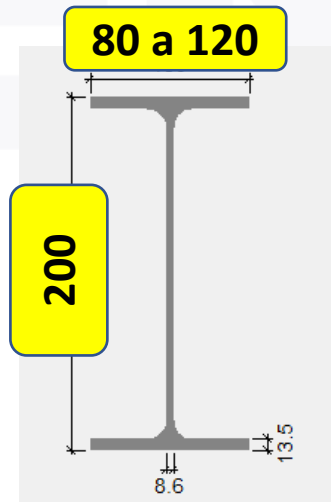
PASSO 11 PRÉ DIMENSIONAMENTO DE PILARES, COLUNAS OU TRELIÇAS

PRÉ DIMENSIONAMENTO - VIGA



$h = 4\% \text{ de } L$ – CARGAS PEQUENAS – TELHAS
 $h = 5\% \text{ de } L$ – CARGAS MÉDIAS
 $h = 6\% \text{ de } L$ – CARGAS GRANDES

Na dúvida use o maior valor



$h = 4\% \text{ de } 5,15 = 0,2 \text{ m} = 200 \text{ mm}$

$b = 40 \text{ a } 60\% \text{ de } h$

$b = 0,4 * 200 \text{ a } 0,6 * 200 = 80 \text{ a } 120 \text{ mm}$

Duas águas

Obs.: Dimensões em metros

a: 30,00 | b: 10,00 | h: 6,00

c: 1,25

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												

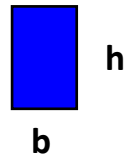
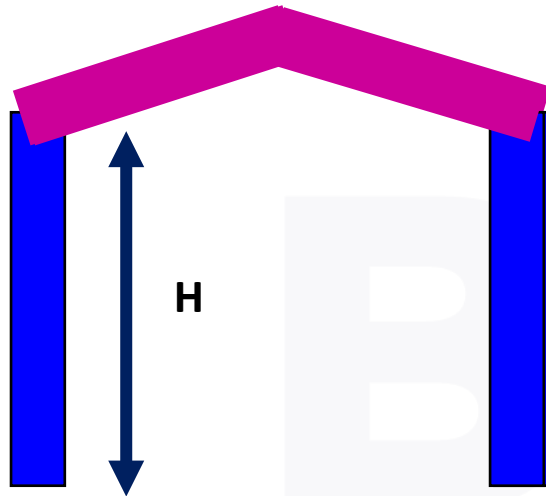
Escolha a inclinação 25 a 45% (ideal 25%)	25			
Defina Largura (l) (metros)	5			
Altura da Calculada (h) (metros)	1,25	Equação	E15*E16	
Ângulo da Cobertura em °	14,04	Equação	arc tg (h/l)	= GRAUS(ATAN(E16/E17))
Diagonal (metros)	5,15	Equação	h/cos (α)	

BAIXE A PLANILHA DE CÁLCULO DENTRO DO SEU CURSO

PROJETO DE GALPÃO

PASSO 11 PRÉ DIMENSIONAMENTO DE PILARES, COLUNAS OU TRELIÇAS

PRÉ DIMENSIONAMENTO - COLUNAS



$$h = 3,33\% \text{ a } 5\% \text{ de } H$$

$$b = 40 \text{ a } 60\% \text{ de } h$$

H → Altura até o beiral

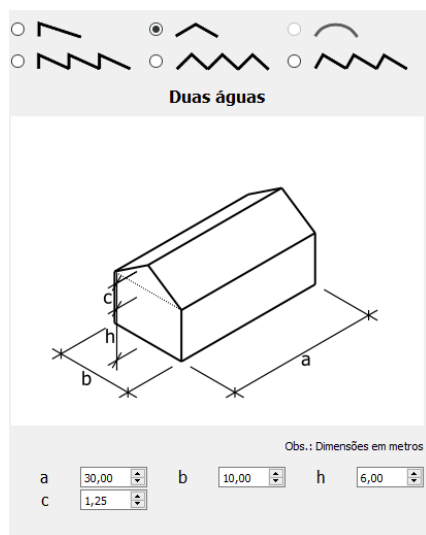
$$h = 3,33\% \text{ a } 5\% \text{ de } 6\text{m} = 0,198\text{m a } 0,3\text{m}$$

$$h = 0,198\text{m a } 0,3\text{m} = 198\text{mm a } 300\text{mm}$$

$$b = 40 \text{ a } 60\% \text{ de } 198 \text{ a } 300\text{mm}$$

$$b = \text{para } h \text{ adotado como } 198\text{mm} = 79,2 \text{ a } 118,8\text{mm}$$

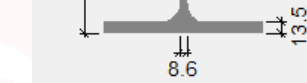
$$b = \text{para } h \text{ adotado como } 300\text{mm} = 120 \text{ a } 180\text{mm}$$



www.benzor.com.br

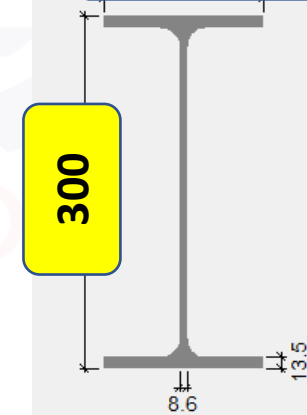
79,2 a 118

198



120 a 180

300



www.benzor.com.br
BENZOR
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
CLASS ENGINEER

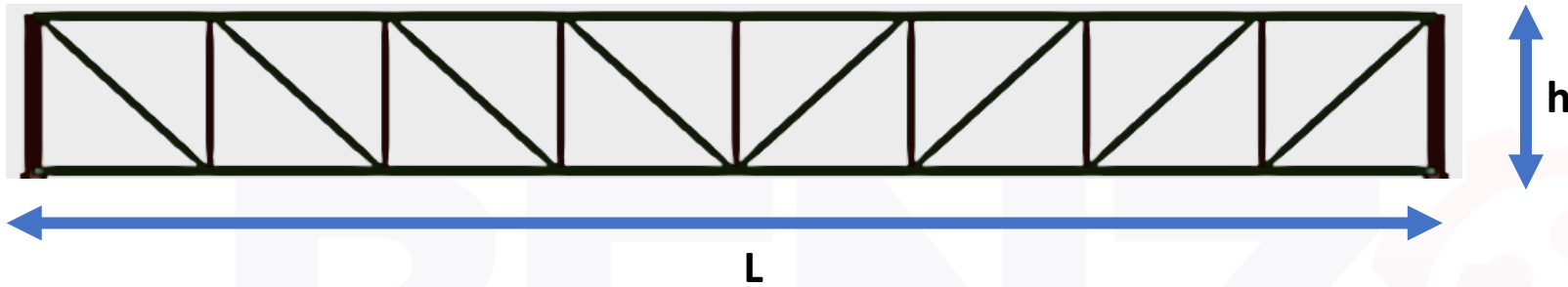
PROJETO DE GALPÃO

www.benzor.com.br

www.benzor.com.br
BENZOR
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

👉 PASSO 11 PRÉ DIMENSIONAMENTO DE PILARES, COLUNAS OU TRELIÇAS

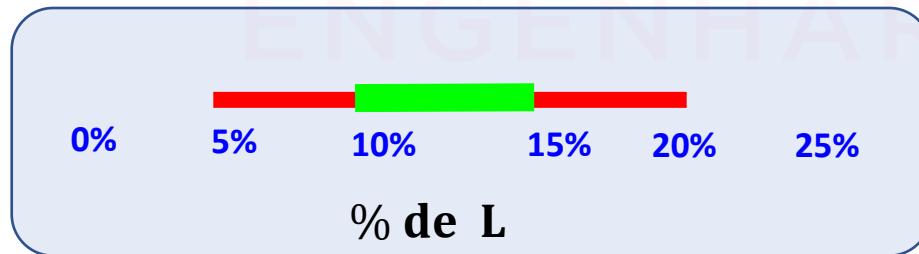
👉 ALTURA DO VÃO



$$h = \frac{L}{7} \text{ a } \frac{L}{10} = \text{Ou seja de 10 a 14,3 \% de L} \quad \text{Zona mais econômica}$$

$$h = \frac{L}{5} \text{ a } \frac{L}{15} = \text{Ou seja de 6,6 a 20\% de L} \quad \text{Zona menos econômica}$$

✗ Não necessário em nosso caso



 Zona mais econômica

 Zona menos econômica

← PASSO 12 PRÉ DIMENSIONAMENTO DE TERÇAS



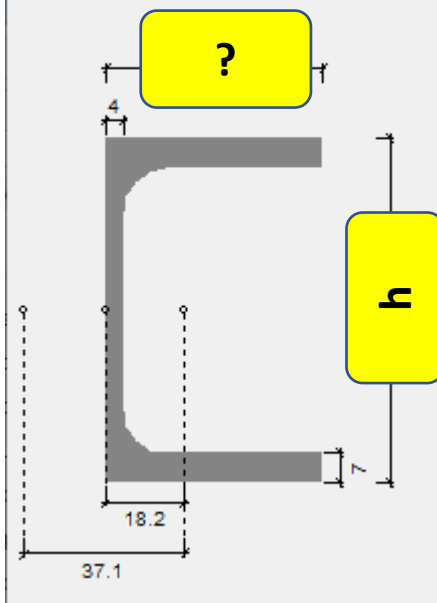
$$h = 1,66\% \text{ a } 2,5\% \text{ do vão}$$

Vão definido no passo 1 = 5m

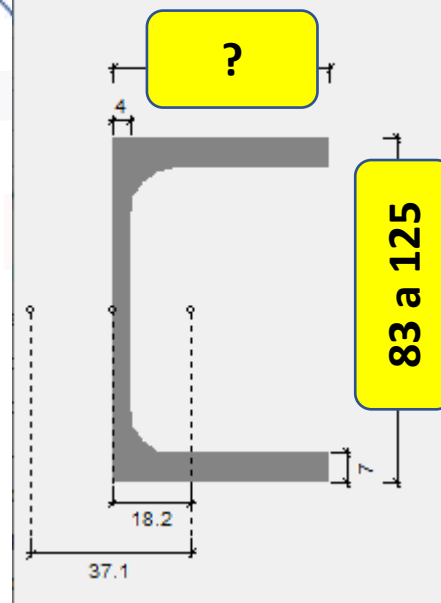
$$h = 1,66 \text{ a } 2,5\% \text{ de } 5\text{m} =$$

$$h = 0,083\text{m a } 0,125\text{m} = 83\text{mm a } 125\text{mm}$$

Propriedades do perfil seleccionado



Propriedades do perfil seleccionado



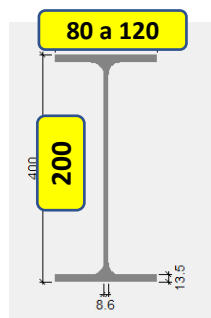
PROJETO DE GALPÃO

www.benzor.com.br

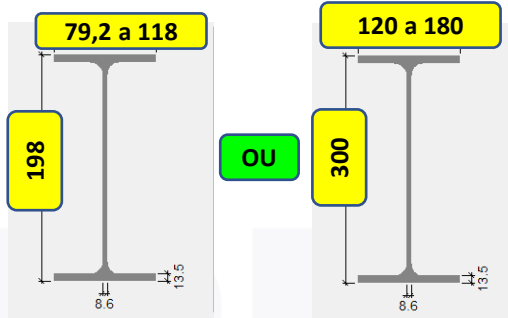
www.benzor.com.br
BENZOR
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

PASSO 13 RESUMO PRÉ DIMENSIONAMENTO

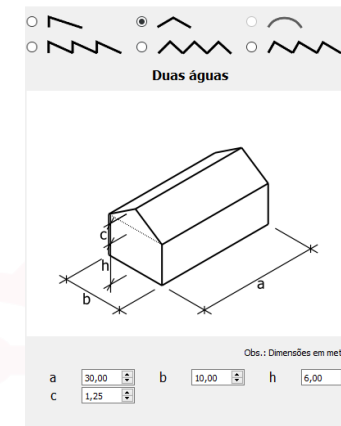
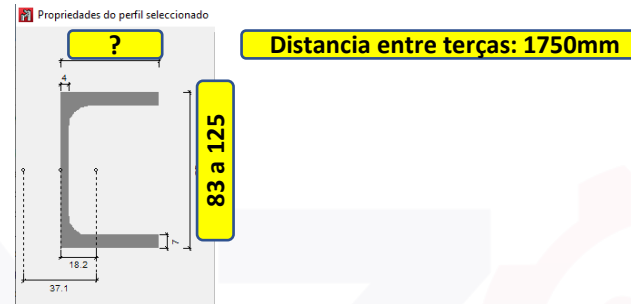
VIGAS



PILARES



TERÇAS



TELHADO



TELHA DE COBERTURA

Cobertura - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação – 3
- Peso 6Kg/m²

TELHA FECHAMENTO

Fechamento - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação – 3
- Peso 6Kg/m²

ESTIMATIVA DE AÇO

Vão de 10 a 12m → 10 Kg/m²

Área: 30* 10 = 300m²

Consumo de aço previsto → 300 * 10 = 3Ton

VALOR MÉDIO A SER COBRADO:

R\$ 3.700,00

BENZOR

ENGENHARIA E TECNOLOGIA

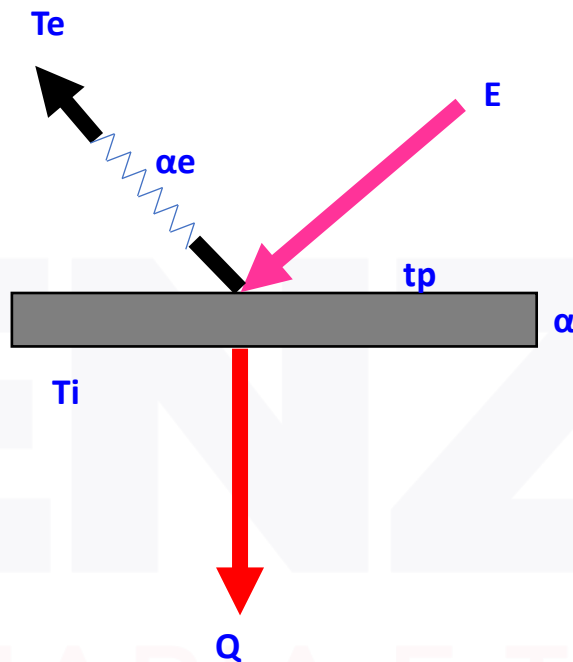
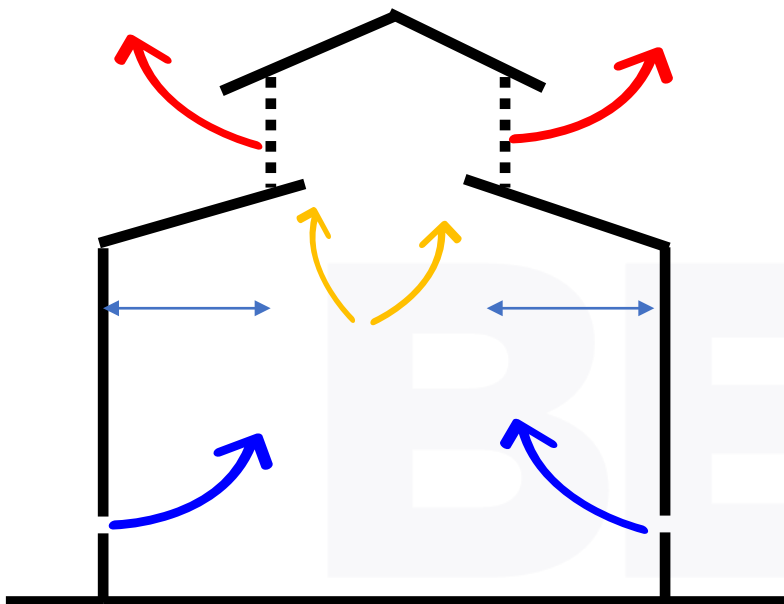
GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

www.benzor.com.br



ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS



T_e = temperatura externa $\pm 32^\circ\text{C}$.

α_e = absorção externa padrão $20 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}}$.

α = absorção

E = Calor de insolação $\frac{\text{Kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2}$ tabelado

t_p = temperatura da placa

Q = Fluxo de calor $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$

T_i = temperatura interna do recinto

t = transparência

ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A

ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

www.benzor.com.br



 **ESTRUTURA PRINCIPAL**

 **LANTERNINS**

TABELA

PENETRAÇÃO DE CALOR COBERTURA	E = Calor Insolação kcal/h.m²
Sol direto	864
Claraboia ou Domo de vidros 4mm	745
Telha de alumínio polida	79,40
Telha de alumínio oxidada	126,4
Telha revestida com poliuretano 25 mm	27,30
Telha revestida com poliuretano 40 mm	18,60
Com ventilação de 20m ³ /h*m ²	17,40
Com ventilação de 30m ³ /h*m ²	13,10
Com ventilação de 40m ³ /h*m ²	10,44

COBERTURA	k =kcal/m².h.°C
Cobertura de telhas de metal	3,61
Cobertura de telhas de barro de 2cm	3,40
Cobertura de telha de cimento amianto 6mm	3,40
Claraboia de vidro de 4mm	3,60

COBERTURA	α	Δti
Telhas de cimento amianto enegrecida pelo tempo	0,88	38°C
Telhas de cimento amianto vermelhas	0,82	35°C
Telha de alumínio polidas	0,50	22°C
Telha de alumínio oxidadas	0,82	35°C

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS

Diferença de temperatura de insolação

EQUAÇÃO $\Delta ti = \left(\frac{\alpha}{\alpha e} + \frac{t}{K} \right) * E$

α = absorção

αe = absorção externa padrão $20 \frac{kcal}{m^2 \cdot ^\circ C \cdot h}$

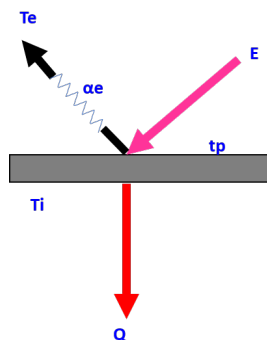
t = transparência 0 a 1 sendo 0 = 100% transparente

K = Coeficiente geral de transmissão de calor

Fluxo de Calor entrando no ambiente

EQUAÇÃO $Q = k * \Delta ti$

$Q = \frac{kcal}{m^2 \cdot h}$



TABELA

COBERTURA	k = kcal/m ² .h.°C
Cobertura de telhas de metal	3,61
Cobertura de telhas de barro de 2cm	3,40
Cobertura de telha de cimento amianto 6mm	3,40
Claraboia de vidro de 4mm	3,60

COBERTURA	α	Δti
Telhas de cimento amianto enegrecida pelo tempo	0,88	38°C
Telhas de cimento amianto vermelhas	0,82	35°C
Telha de alumínio polidas	0,50	22°C
Telha de alumínio oxidadas	0,82	35°C

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS

Converter fluxo de calor $\frac{kcal}{m^2 \cdot h}$ para $\frac{kcal}{h}$

$$Q = \frac{kcal}{m^2 \cdot h} * A \longrightarrow Q = \frac{kcal}{h}$$

A = Área m²

Correção da densidade

$$\rho_i = \rho_e * \frac{T_e}{T_i}$$

Vazão de ar

→ EQUAÇÃO $V = \frac{Q}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta t}$ $V = \frac{Q}{0,28 \Delta t}$

V = Vazão m³/h

Q = Fluxo de calor kcal/h

$\Delta t = T_e - T_i$ (externa - interna)

A temperatura externa é sempre mais fria que o interior e a temperatura interna será sempre a máxima temperatura permitida.

Geralmente tolera-se uma temperatura interna 8°C acima da externa

TABELA

COBERTURA	k = kcal/m ² .h.°C
Cobertura de telhas de metal	3,61
Cobertura de telhas de barro de 2cm	3,40
Cobertura de telha de cimento amianto 6mm	3,40
Claraboia de vidro de 4mm	3,60

COBERTURA	α	Δt_i
Telhas de cimento amianto enegrecida pelo tempo	0,88	38°C
Telhas de cimento amianto vermelhas	0,82	35°C
Telha de alumínio polidas	0,50	22°C
Telha de alumínio oxidadas	0,82	35°C

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS

TABELA λ COEFICIENTE DE ATRITO

Velocidade do ar

$$c = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H \cdot \Delta t}{\sum \lambda \cdot Te}} \quad c = m/s$$

Área de abertura

$$\vartheta = \frac{v \left(\frac{m^3}{h}\right)}{3600 \cdot c} \quad \vartheta = m^2$$

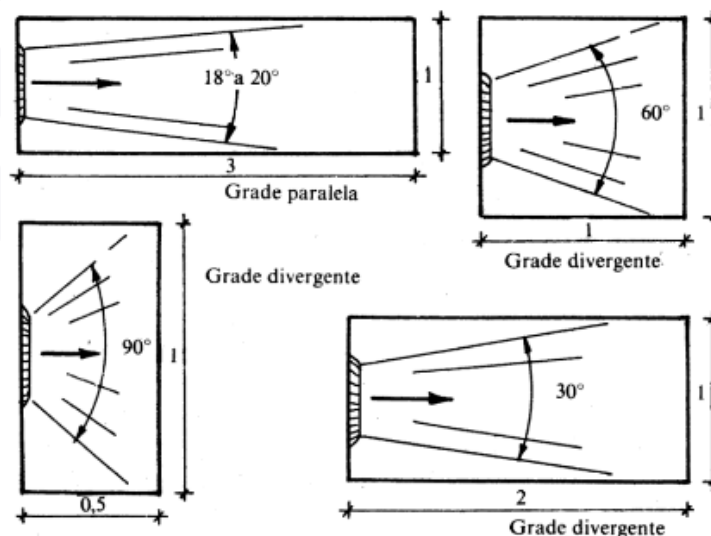
$g =$ gravidade $9,80665 \text{ m/s}^2$

$H =$ Desnível em metros

$\lambda =$ Coeficiente de atrito

$Te =$ Temperatura Externa °K

COBERTURA	λ
Aberturas de entrada livre	1,5
Rasgos em forro	1,5



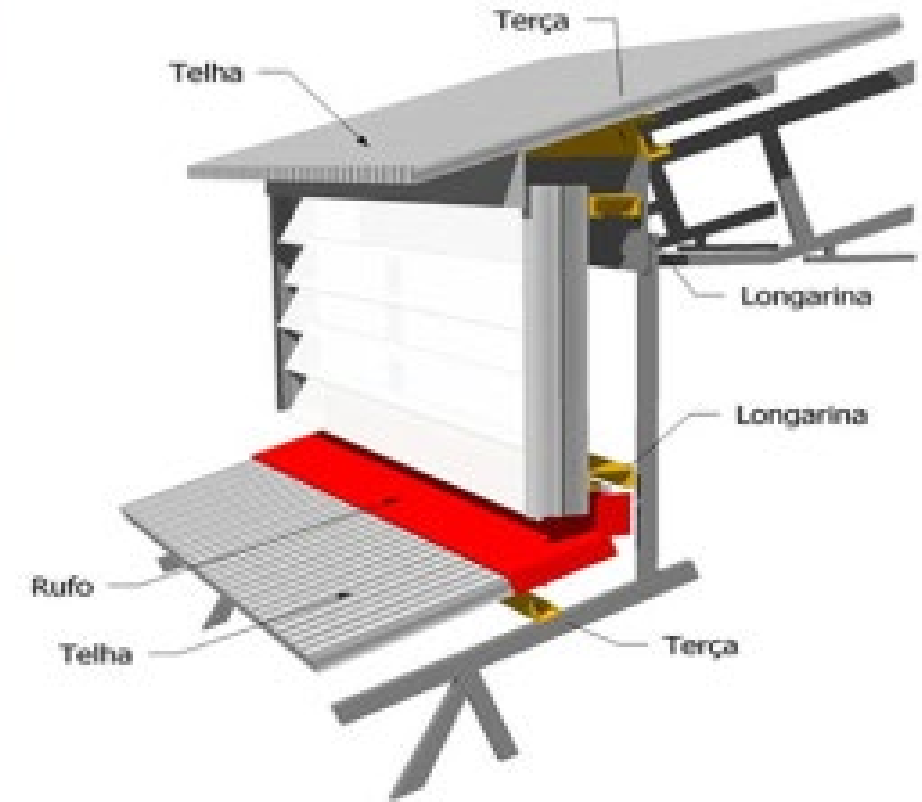
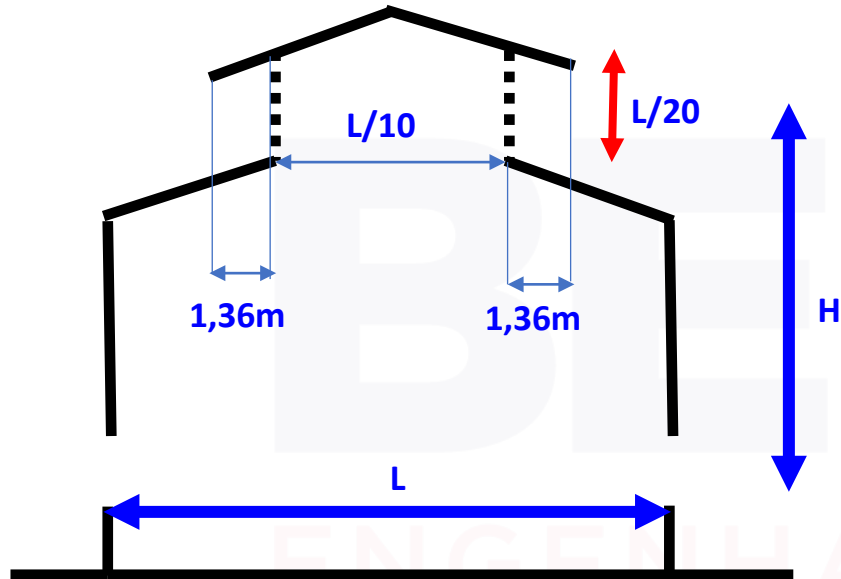
Tipo	Divergência do fluxo	λ ₁
Grade (paralela)	18 a 20°	1,2
Grade (divergente)	30°	1,0
Grade (divergente)	60°	0,8
Grade (divergente)	90°	0,7

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS

Dimensões do Lanternim (Para precisão recomendado cálculo detalhado)_



GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

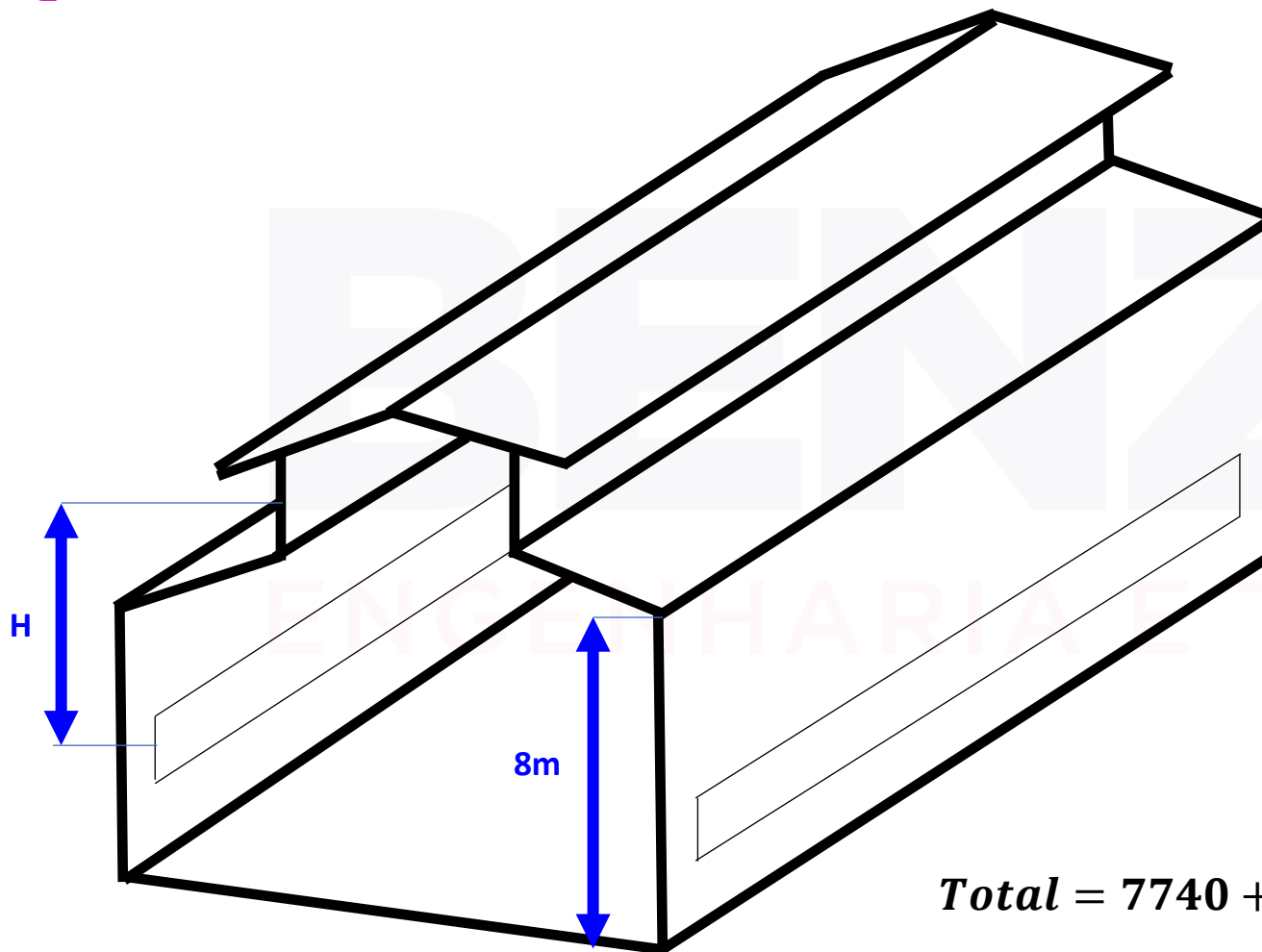
www.benzor.com.br



ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS

EXEMPLO RESOLVIDO – CALCULO DE LANTERNIM – SEM FORRO



Descrição	Cálculo
Galpão 40 x 100 m	4000 m ²
Pé direito – 8m	-
Cobertura 2 águas 15°	-
Lanternim central 70%	-
Abertura lateral efetiva 70%	-
2 estufas 45KW – 10% Taxa de utilização	$2 * 45 * 859,84 * 0,1 = 7740 \text{kcal/h}$
Motores 250KW – 85% Taxa de utilização	$250 * 859,84 * 0,85 * 0,15 = 27407 \text{kcal/h}$
Iluminação 20W/m ²	$20 * 4000 \text{m}^2 = 80000 \text{kJ/h} = 19140 \text{kcal/h}$ (dividir por 4,18 para converter de kJ/h para kcal/h)
150 pessoas em atividade média 10 pessoas em atividade pesada	$150 * 440 / 4,18 = 15800 \text{kcal/h}$ $10 * 550 / 4,18 = 1315 \text{kcal/h}$

$$\text{Total} = 7740 + 27407 + 19140 + 15800 + 1315 = 71402 \text{kcal/h}$$

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

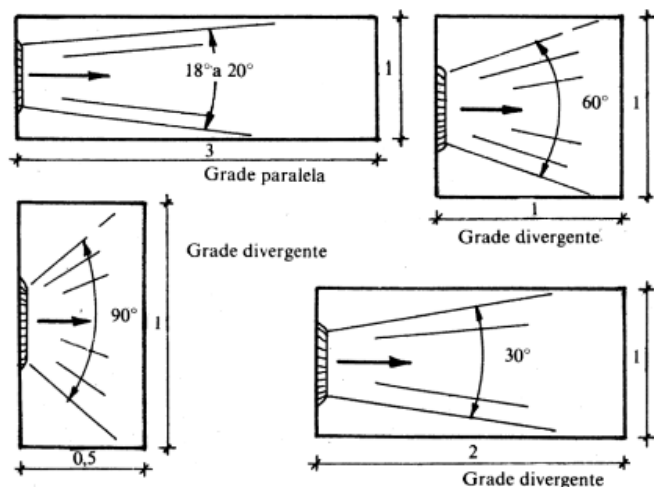
ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS

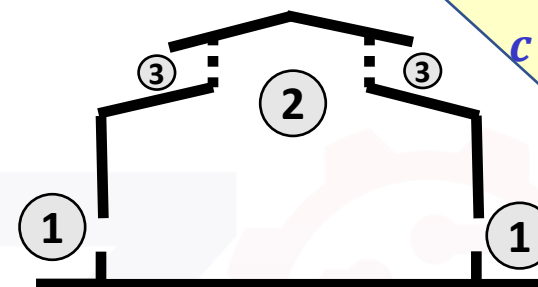
EXEMPLO RESOLVIDO – CALCULO DE LANTERNIM – SEM FORRO

CALCULE O ATRITO

COBERTURA	λ
Aberturas de entrada livre	1,5
Rasgos em forro	1,5



Tipo	Divergência do fluxo	λ_1
Grade (paralela)	18 a 20°	1,2
Grade (divergente)	30°	1,0
Grade (divergente)	60°	0,8
Grade (divergente)	90°	0,7



Velocidade do ar

$$c = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H \cdot \Delta t}{\sum \lambda \cdot Te}} \quad c = m/s$$

DICA MESMO QUE A ÁREA NÃO SEJA LIVRE, CONSIDERE COMO LIVRE E CONVERTA A ÁREA NO FINAL

REGIÃO	λ
Passagem 1 - 2 Abertura de entrada livre 70% livre	1,5*
Passagem 2 – 1 Subida lanternim livre com redução de velocidade c/2	1,5/2
Passagem 3 – 1 Saida lanternim 70% livre	1,5*

*Precisa ser recalculado no final

$$\lambda \text{ total} = 1,5 + 0,75 + 1,5 = 3,75$$

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

www.benzor.com.br



👉 ESTRUTURA PRINCIPAL

➡ LANTERNINS

👉 Velocidade do ar

$$c = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H \cdot \Delta t}{\sum \lambda \cdot T_e}} \quad c = m/s$$

$g =$ gravidade $9,80665 \text{ m/s}^2$

$H =$ Desnível = 8 metros

$\lambda =$ Coeficiente de atrito = 3,75

$T_e =$ Temperatura Externa = $32^\circ\text{C} + 273 = 305^\circ\text{K}$

Δt Temperatura Externa – Temperatura Interna = $(32^\circ\text{C} + 8^\circ\text{C}) - 38^\circ\text{C} = 8^\circ$

A temperatura externa é sempre mais fria que o interior e a temperatura interna será sempre a máxima temperatura permitida.

➡ Geralmente tolera-se uma temperatura interna 8°C acima da externa

$$c = \sqrt{\frac{2 * 9,80665 * 8 * 8}{3,75 * 305}} = \sqrt{\frac{1255,25}{1143,75}} = \sqrt{0,8694} = 0,93m/s$$

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

www.benzor.com.br



👉 ESTRUTURA PRINCIPAL

➡ LANTERNINS

👉 Correção da densidade

$$\rho_i = \rho_e * \frac{T_e}{T_i}$$

ρ = Densidade do ar para uma temperatura T_0 de $32^\circ\text{C} = 1,2928\text{Kg}/\text{m}^3$

T_e = Temperatura Externa = $32^\circ\text{C} = 305^\circ\text{K}$

T_i = Temperatura Interna = $32^\circ\text{C} + 8^\circ\text{C} = 40^\circ\text{C} + 273 = 313^\circ\text{K}$

$$\rho_i = \rho_e * \frac{T_e}{T_i} = 1,2928 * \frac{305}{313} = 1,259\text{Kg}/\text{m}^3$$

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

www.benzor.com.br



ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS

Vazão de ar

EQUAÇÃO $V = \frac{Q}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta t}$ $V = \frac{Q}{0,28\Delta t}$

$V =$ Vazão m^3/h

$Q =$ Fluxo de calor $kcal/h$

$\Delta t = T_e - T_i$ (externa – interna)

Geralmente tolera-se uma temperatura interna $8^\circ C$ acima da externa

A temperatura externa é sempre mais fria que o interior e a temperatura interna será sempre a máxima temperatura permitida.

Q interno Total = 7740 + 27407 + 19140 + 15800 + 1315 = **71402kcal/h**

Q insolação →

Descrição	Cálculo
Galpão 40 x 100 m	4000 m ²
Pé direito – 8m	-
Cobertura 2 águas 15°	-
Lanternim central	-
Abertura lateral efetiva 50%	
2 estufas 45KW – 10% Taxa de utilização	2*45*859,84*0,1= 7740kcal/h
Motores 250KW – 85% Taxa de utilização	250*859,84*0,85*0,15 = 27407kcal/h
Iluminação 20W/m ²	20*4000m ² = 80000kJ/h = 19140kcal/h (dividir por 4,18 para converter de kj/h para kcal/h)
150 pessoas em atividade média 10 pessoas em atividade pesada	150*440/4,18 = 15800kcal/h 10*550/4,18 = 1315kcal/h

Considerado 15% da potência do motor perdida em forma de calor.

No caso da estufa, foi considerado que em algum momento o calor interno na estufa é dissipado externamente ao retirar as peças do seu interior

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

👉 **ESTRUTURA PRINCIPAL**

➡ **LANTERNINS**

👉 Diferença de temperatura de insolação

➡ **EQUAÇÃO** $\Delta t_i = \left(\frac{\alpha}{\alpha e} + \frac{t}{K} \right) * E$

$$\Delta t_i = \left(\frac{0,82}{20} + \frac{1}{3,61} \right) * 126,4$$

$$\Delta t_i = (0,041 + 0,277) * 126,4 = 40,28^\circ\text{C}$$

COBERTURA	k = kcal/m ² .h.°C
Cobertura de telhas de metal	3,61
Cobertura de telhas de barro de 2cm	3,40
Cobertura de telha de cimento amianto 6mm	3,40
Claraboia de vidro de 4mm	3,60

PENETRAÇÃO DE CALOR COBERTURA	E = Calor Insolação kcal/h.m ²
Sol direto(vidro ou direta)	864
Claraboia ou Domo de vidros 4mm	745
Telha de alumínio polida	79,40
Telha de alumínio oxidada	126,4
Telha revestida com poliuretano 25 mm	27,30
Telha revestida com poliuretano 40 mm	18,60
Com ventilação de 20m ³ /h*m ²	17,40
Com ventilação de 30m ³ /h*m ²	13,10
Com ventilação de 40m ³ /h*m ²	10,44

COBERTURA	α	Δti
Telhas de cimento amianto enegrecida pelo tempo	0,88	38°C
Telhas de cimento amianto vermelhas	0,82	35°C
Telha de alumínio polidas	0,50	22°C
Telha de alumínio oxidadas	0,82	35°C

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS

Fluxo de Calor entrando no ambiente

EQUAÇÃO $Q = k * \Delta ti$ $Q = \frac{kcal}{m^2 \cdot h}$

$\Delta ti = 40,28^\circ C$

$Q = k * \Delta ti$

$Q = 3,61 * 40,28 = 145,41 \frac{kcal}{m^2 \cdot h}$

Converter fluxo de calor $\frac{kcal}{m^2 \cdot h}$ para $\frac{kcal}{h}$

$Q_{solar} = \frac{kcal}{m^2 \cdot h} * A$

Área m^2
 $Q = \frac{kcal}{h}$

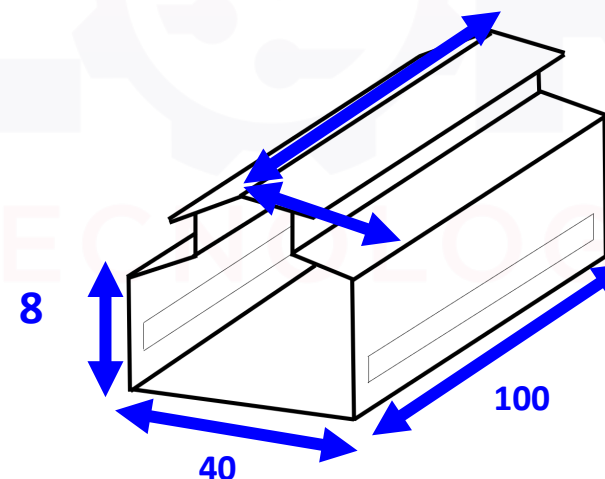
$A = (40*8) + (100*8) + (20*100) =$

$A = 320 + 800 + 2000 = 3120m^2$

$Q = 145,41 * 3120$

$Q_{solar} = 453679 kcal/h$

COBERTURA	k =kcal/m ² .h.°C
Cobertura de telhas de metal	3,61
Cobertura de telhas de barro de 2cm	3,40
Cobertura de telha de cimento amianto 6mm	3,40
Claraboia de vidro de 4mm	3,60



ENGINEER
BENZOR
EM - VINDO A

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS

Vazão de ar

EQUAÇÃO $V = \frac{Q}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta t}$ $V = \frac{Q}{0,28\Delta t}$

$V =$ Vazão m^3/h

$Q =$ Fluxo de calor $kcal/h$

$\Delta t = T_e - T_i$ (externa – interna)

Geralmente tolera-se uma temperatura interna $8^\circ C$ acima da externa

A temperatura externa é sempre mais fria que o interior e a temperatura interna será sempre a máxima temperatura permitida.

Q interno Total = 7740 + 27407 + 19140 + 15800 + 1315 = **71402kcal/h**

Q insolação **$Q_{solar} = 453679 kcal/h$**

Q total = 453679 + 71402 **$Q_{total} = 525081 kcal/h$**

Descrição	Cálculo
Galpão 40 x 100 m	4000 m ²
Pé direito – 8m	-
Cobertura 2 águas 15°	-
Lanternim central	-
Abertura lateral efetiva 50%	
2 estufas 45KW – 10% Taxa de utilização	2*45*859,84*0,1= 7740kcal/h
Motores 250KW – 85% Taxa de utilização	250*859,84*0,85*0,15 = 27407kcal/h
Iluminação 20W/m ²	20*4000m ² = 80000kJ/h = 19140kcal/h (dividir por 4,18 para converter de kJ/h para kcal/h)
150 pessoas em atividade média	150*440/4,18 = 15800kcal/h
10 pessoas em atividade pesada	10*550/4,18 = 1315kcal/h

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

www.benzor.com.br



ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS

Vazão de ar

EQUAÇÃO $V = \frac{Q}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta t}$ $V = \frac{Q}{0,28 \Delta t}$

$V =$ Vazão m^3/h

$Q =$ Fluxo de calor $kcal/h$

$\Delta t = T_e - T_i$ (externa - interna)

A temperatura externa é sempre mais fria que o interior e a temperatura interna será sempre a máxima temperatura permitida.

Geralmente tolera-se uma temperatura interna $8^\circ C$ acima da externa

$$V = \frac{Q}{0,28 \Delta t} = \frac{525081}{0,28 * 8} = 234411 m^3/h$$

TABELA

COBERTURA	k = kcal/m ² .h.°C
Cobertura de telhas de metal	3,61
Cobertura de telhas de barro de 2cm	3,40
Cobertura de telha de cimento amianto 6mm	3,40
Claraboia de vidro de 4mm	3,60

COBERTURA	α	Δt_i
Telhas de cimento amianto enegrecida pelo tempo	0,88	38°C
Telhas de cimento amianto vermelhas	0,82	35°C
Telha de alumínio polidas	0,50	22°C
Telha de alumínio oxidadas	0,82	35°C

SEJA BEM-VINDO A

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

👉 **ESTRUTURA PRINCIPAL**

➡ **LANTERNINS**

👉 Índice de renovação

➡ **EQUAÇÃO**

$$n = \frac{\text{Vazão}}{\text{Volume galpão aprox}}$$

$$n = \frac{234411}{40 * 100 * 8}$$

$$n = 7,32$$

n recomendado para galpão = 10~15

Vazão recomendada = volume do galpão * 10~15

*Vazão recomendada = 32000 * 10~15*

Vazão recomendada = 320000~480000 m³/h

Observe que você tem 2 condições a analisar:

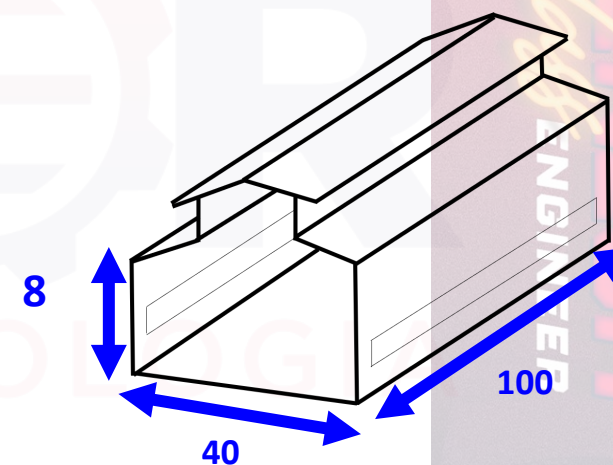
➡ Vazão necessária para retirar o calor

➡ Vazão necessária para manter a qualidade do ar

USE O MAIOR

Vazão adotada = 350000 m³/h

$$n = \frac{350000}{32000} = 10,93$$



GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

www.benzor.com.br



ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS

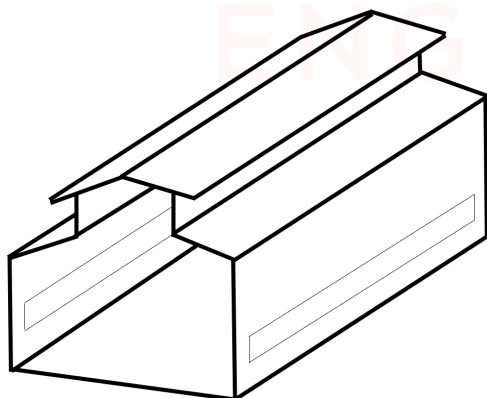
Área de abertura

$$\vartheta = \frac{V \left(\frac{m^3}{h}\right)}{3600 * c} \quad \vartheta = m^2$$

$$Vazão adotada = 350000 \text{ m}^3/h$$

$$c = 0,93 \text{ m/s}$$

$$\vartheta = \frac{350000}{3600 * 0,93} = 104,5 \text{ m}^2$$



Área da entrada de ar lateral

$$\vartheta = \frac{104,5}{\% \text{ de abertura}} \quad \vartheta = \frac{104,5}{0,7} = 149,28 \text{ m}^2$$

% de abertura = 1 = 100% livre

% de abertura = 0,7 = 70% livre

Área da subida do lanternim c/2

$$\vartheta = \frac{104,5}{\% \text{ de abertura}} \quad \vartheta = \frac{104,5}{1} = 104,5 \text{ m}^2$$

% de abertura = 1 = 100% livre

% de abertura = 0,7 = 70% livre

Multiplicar por 2 para reduzir a velocidade por 2

$$\vartheta = 104,5 * 2 = 209 \text{ m}^2$$

Área da saída do lanternim

$$\vartheta = \frac{104,5}{\% \text{ de abertura}} \quad \vartheta = \frac{104,5}{0,7} = 149,28 \text{ m}^2$$

% de abertura = 1 = 100% livre

% de abertura = 0,7 = 70% livre

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
CLASS ENGINEER

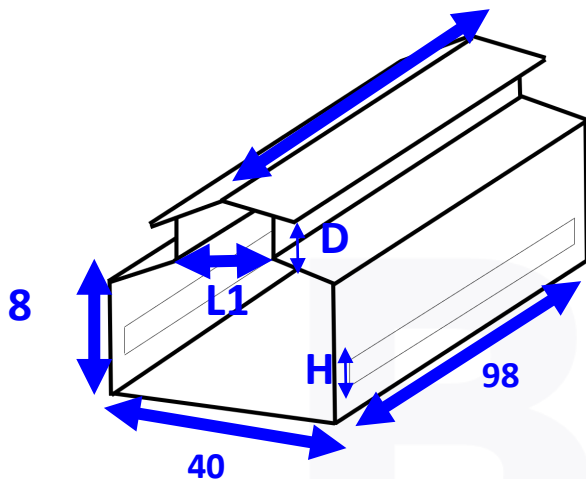
GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

www.benzor.com.br



ESTRUTURA PRINCIPAL

LANTERNINS



$$\text{Dimensão } H = 98 * 2H = 149,28$$

$$\text{Dimensão } H = \frac{149,28}{196} = 0,76M$$

2 aberturas 98 x 0,76m

$$\text{Dimensão } L1 = 100 * L1 = 209$$

$$\text{Dimensão } L1 = \frac{209}{100} = 2,09M$$

2,09 X 100m

$$\text{Dimensão } D = 98 * 2D = 149,28$$

$$\text{Dimensão } D = \frac{149,28}{196} = 0,76M$$

2 venezianas 98 x 0,76m

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
ENGINEER

GALPÕES – DETALHES CONSTRUTIVOS IMPORTANTES

www.benzor.com.br



ESTRUTURA PRINCIPAL



LANTERNINS

Descrição	Cálculo
Galpão	4000 m ²
Pé direito	8m
Volume	32000m ³
Superfícies	3120m ²
Índice de renovação	10,93
Cobertura 2 águas 15°	-
Lanternim central	-
Abertura lateral efetiva 50%	-
2 estufas 45KW – 10% Taxa de utilização	$2 \cdot 45 \cdot 859,84 \cdot 0,1 = 7740 \text{kcal/h}$
Motores 250KW – 85% Taxa de utilização	$250 \cdot 859,84 \cdot 0,85 \cdot 0,15 = 27407 \text{kcal/h}$
Iluminação 20W/m ²	$20 \cdot 4000 \text{m}^2 = 80000 \text{kJ/h} = 19140 \text{kcal/h}$ (dividir por 4,18 para converter de kJ/h para kcal/h)
150 pessoas em atividade média 10 pessoas em atividade pesada	$150 \cdot 440 / 4,18 = 15800 \text{kcal/h}$ $10 \cdot 550 / 4,18 = 1315 \text{kcal/h}$
Abertura de entrada	2 X 98 X 0,76m
Abertura de saída	2,09 X 100m
Abertura da garganta do lanternim	2 X 98 X 0,76m

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
CLASS ENGINEER



CHECK LIST – VISITA TÉCNICA

www.benzor.com.br

www.benzor.com.br



CHECK LIST COLETA DE DADOS

VISITA AO CLIENTE - CHECK LIST		LOGO
DADOS DO CLIENTE		VIST NUM. 56
Cliente:	CNPJ/CPF	Data Visita
Endereço da obra		Estado:
Bairro	N°	Cidade
N° de rastreio do Cliente		Telefone de contato
Tipo de Projeto <input type="checkbox"/> Novo <input type="checkbox"/> Reforço Estrutural <input type="checkbox"/> Extensão de obra já existente		
Executande da visita técnica		
DADOS DA OBRA		
DESCRIÇÃO DO PROJETO		
Elaborar projeto de galpão na planta 02 para operação de injetados de Poliuretano, as medidas são aproximadamente 60x20 com fechamento lateral e no fundo, verificar condições climáticas no recinto devido a máquinas térmicas dissipando calor.		
CHECK LIST		
ITEM	DESCRIÇÃO	RESPOSTAS
1	Alguma restrição geométrica feito pelo cliente?	
2	A área é de fácil acesso para caminhões e carretas?	
3	A obra possui local para armazenamento de peças pré fabricadas?	
4	O projeto atual pode afetar a resistência de outras estruturas já existentes?	
5	Será colocado sistema de placa fotovoltaica na estruturas? Quando?	
6	O ambiente terá máquinas, empilhadeiras ou equipamentos dissipadores de calor?	
7	Lista de Equipamentos, catálogos que será instalado	
8	Existe desenho do Layout da fábrica/planta?	
9	O sistema elétrico será bandejado ou subsolo?	
10	Existem sistemas de exaustão de máquinas para serem ancoradas na estrutura?	
11	Terá portões de acesso?	
12	Existe alguma limitação de altura do galpão (max ou min)?	
13	Será feito fechamento lateral completo? Em alvenaria ou com telha?	
14	Terá tubulações passando por suportes aérios dentro da planta?	
15	Existe alguma restrição espacial em algum ponto que deve ser evitado colocar pilar?	
16	Existe alguma máquina prevista para ser adquirida futuramente que possa apoiar sobre a estrutura a ser construída?	
17	Existem riscos de cargas acidentais contra a estrutura?	
18	Necessita de pintura especial?	
PROJETOS COMPLEMENTARES		
1	Será necessário projeto de plataformas de trabalho?	
2	Será necessário projeto de escadas de acesso em equipamentos?	
3	Será necessário projeto de rampas de acesso para empilhadeiras?	
4	Será necessário projeto de estruturas para armazenamento de container, ferramental, insumos, tambores e etc?	
RESUMO DA VISITA		

USE NOSSA PLANILHA
DISPONIBILIZADA NO CURSO

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER



PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

CONFIGURAÇÃO DE NORMAS DE CÁLCULO

PASSO 1

Obra vazia

Normas: ABNT NBR 6118:2014, ABNT NBR 14762: 2010, NBR8800, NBR 7190 e Eurocódigo 9

Perfis

Aço laminado	A-36 250Mpa	Concreto armado	Betão para elementos de fundação	C20, em geral
Aço dobrado	CF-26		Aço de varões	CA-50 e CA-60
Madeira	Serrada - Coníferas - C20		Características do agregado	30 mm
Alumínio	EN			
Concreto	C20, em		Desperdícios de aço	

Ações

Com sismo dinâmico

Resistência a

Estados limites (co

Hipóteses adic

Fundação

Opções

Fundação

Ligações

Ambiente

Blocos

CAA I

Seleção de normas

Concreto	ABNT NBR 6118:2014 (Brasil)
Aço dobrado	ABNT NBR 14762: 2010 (Brasil)
Aço laminado	ABNT NBR 8800:2008 (Brasil)
Madeira	NBR 7190
Alumínio	Eurocódigo 9

Aceitar Cancelar

0.200 MPa

0.300 MPa

0.000 MPa

25.00 graus

Cancelar < Anterior Seguinte > Terminar



SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
CLASS ENGINEER



PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

PERFIS – ESCOLHA DE MATERIAL PADRÃO OU COMO CRIAR UM NOVO MATERIAL

PASSO 2

TABELA 7 NBR 8800

Tabela 7 — Compatibilidade do metal-base com o metal da solda^{a), b)}

	Metal-base		Metal da solda compatível			
	ABNT	ASTM	Arco elétrico com eletrodo revestido (SMAW)	Arco submerso (SAW)	Arco elétrico com proteção gasosa (GMAW)	Arco elétrico com fluxo no núcleo (FCAW)
Grupo I	NBR 6648 (CG-26 - $t \leq 20$ mm) NBR 6649 (CF-26) NBR 6650 (CF-26) NBR 7007 (MR 250 - $t \leq 19$ mm)	A36 ($t \leq 19$ mm) A500 Grau A A500 Grau B	AWS A5.1 - E60XX, E70XX AWS A5.5 ^e - E70XX-X	AWS A5.17 - F6XX-EXXX, F6XX-ECXXX, F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX AWS A5.23 ^e - F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX	AWS A5.18 - E70S-X, E70C-XC, E70C-XM (exceto -GS) AWS A5.28 ^e - ER70S-XXX, E70C-XXX	AWS A5.20 - E6XT-X, E6XT-XM, E7XT-X, E7XT-XM (exceto -2, -2M, -3, -10, -13, -14 e -GS e exceto -11 com espessura superior a 12 mm) AWS A5.29 ^e - E6XT-X, E6XT-XM, E7XTX-X, E7XTX-XM
Grupo II	NBR 5000 (G-30) NBR 5000 (G-35) NBR 5004 (F-32/Q-32) NBR 5004 (F-35/Q-35) NBR 5004 (Q-40) NBR 5008 (CGR 400) ^d NBR 5008 (CGR 500) ^d NBR 5008 (CGR 500A) ^d NBR 5920 (CFR 500) ^d A242 ^{d)} NBR 5921 (CFR 400) ^d NBR 5921 (CFR 500) ^d NBR 6648 (CG-26 - $t > 19$ mm) A992 ^d NBR 6648 (CG-28) NBR 6649 (CF-28) NBR 6650 (CF-28) NBR 6650 (CF-30) NBR 7007 (MR 250 - $t > 19$ mm) NBR 7007 (AR-350) NBR 7007 (AR-350 COR) NBR 8261 (Graus B e C)	A36 ($t > 19$ mm) A572 Grau 42 A572 Grau 50 A572 Grau 55 A992 ^d A588 ^d	AWS A5.1 - E7015, E7016, E7018, E7028 AWS A5.5 ^e - E7015-X, E7016-X, E7018-X	AWS A5.17 - F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX AWS A5.23 ^e - F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX	AWS A5.18 - ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (exceto -GS) AWS A5.28 ^e - ER70S-XXX, E70C-XXX	AWS A5.20 - E7XT-X, E7XT-XM (exceto -2, -2M, -3, -10, -13, -14 e -GS e exceto -11 com espessura superior a 12 mm) AWS A5.29 ^{e)} - E7XTX-X, E7XTX-XM
Grupo III	NBR 5000 (G-42) NBR 5000 (G-45) NBR 5004 (Q-42) NBR 5004 (Q-45) NBR 7007 (AR-415)	A572 Grau 60 A572 Grau 65 A913 ^c	AWS A5.5 ^e - E8015-X, E8016-X, E8018-X	AWS A5.23 ^e - F8XX-EXXX-XX, F8XX-ECXXX-XX	AWS A5.28 ^e - ER80S-XXX, E80C-XXX	AWS A5.29 ^e - E8XTX-X, E8XTX-XM

ASTM	Limite escoamento (MPa)	Limite resistência (MPa)
A36	250 mín.	400 a 550
A572 Grau 50	345 mín.	450 mín.
A572 Grau 60*	415 mín.	520 mín.
A588**	345 mín.	485 mín.

Todos os perfis e barras ArcelorMittal são produzidos com acabamento superficial adequado à galvanização.

* Somente para cantoneiras.

** Mediante consulta.



PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

SALVAR DADOS GERAIS

Obra vazia

Normas: ABNT NBR 6118:2014, ABNT NBR 14762: 2010, NBR8800, NBR 7190 e Eurocódigo 9

Perfis

Aço laminado	A588	Concreto armado	Betão para elementos de fundação	C20, em geral
Aço dobrado	A-36		Aço de varões	CA-50 e CA-60
Madeira	Serrada - Coníferas - C20		Características do agregado	30 mm
Alumínio	EN AW-5083 - F		Recobrimentos	Desperdícios de aço
Concreto	C20, em geral			

Ações

Com sismo dinâmico

Resistência ao fogo

Estados limites (combinações)

Hipóteses adicionais

Fundação

Opções

Fundação

Ligações

Terreno de fundação

Verificar deslizamento de sapatas

Aderência (a')

0.000 MPa

Ângulo de atrito terreno-sapata (d')

25.00 graus

Combinações fundamentais

0.200 MPa

Combinações sísmicas e acidentais

0.300 MPa

Ambiente

Blocos

CAA I

Cancelar < Anterior Seguinte > **Terminar**

Estados limites

Concreto: ABNT NBR 6118:2014

Concreto em fundações: ABNT NBR 6118:2014

E.L.U. Aço dobrado: ABNT NBR 14762: 2010

E.L.U. Madeira: NBR 7190

E.L.U. Aço laminado: NBR8800

E.L.U. Alumínio: Eurocódigo 9

Neve Altitude inferior ou igual a 1000 m

Tensões sobre o terreno

Ações características

Deslocamentos

Ações características

Configurar combinações para cada estado limite

Aceitar Cancelar

PASSO 3

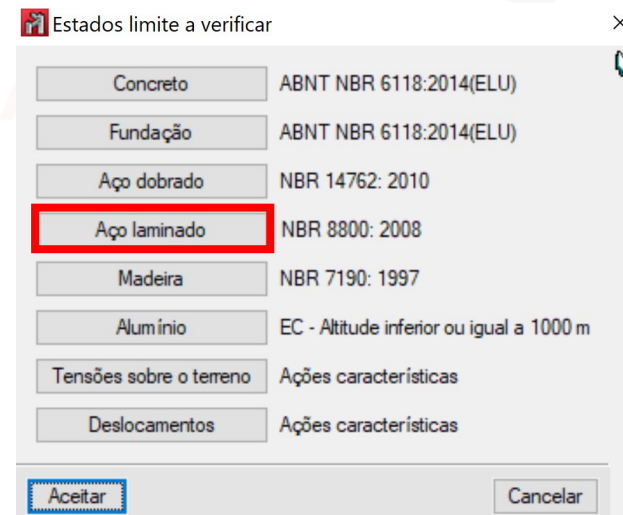
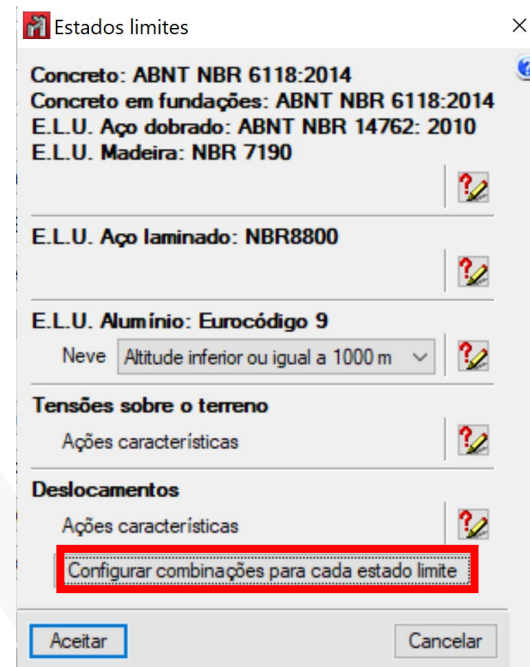
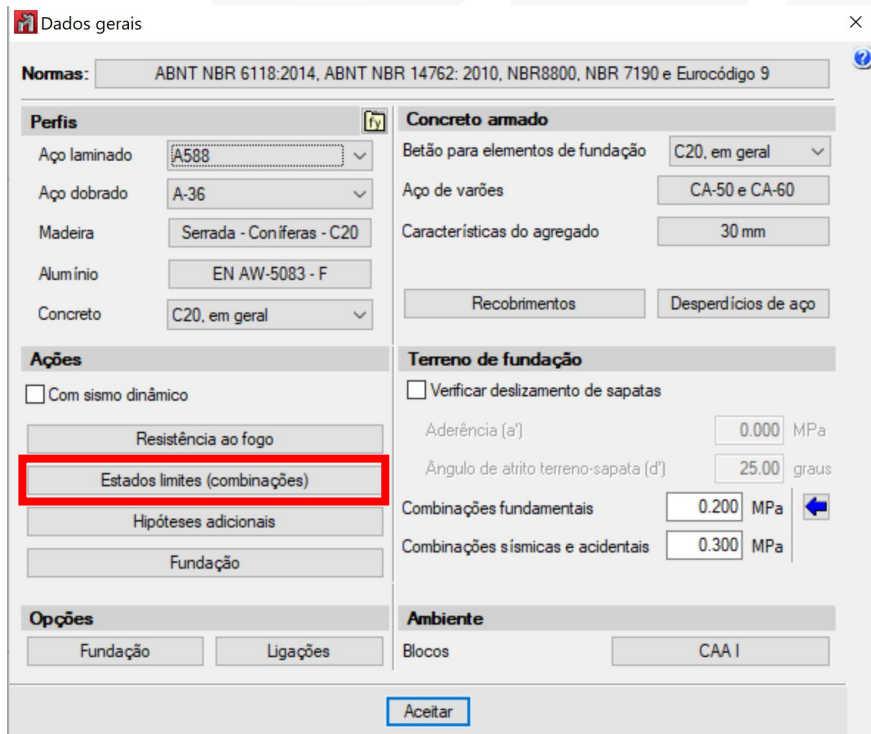
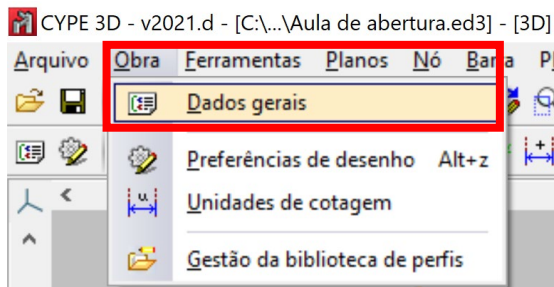
Clique em **terminar** e logo em seguida em **Aceitar** na janela de Estados limites



PASSO 4

PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

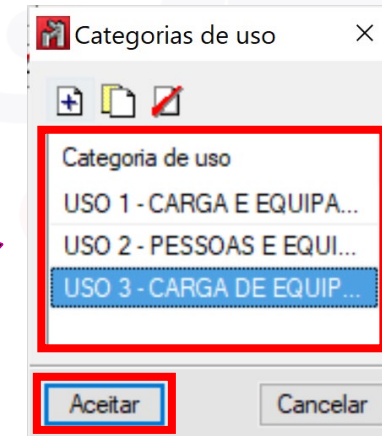
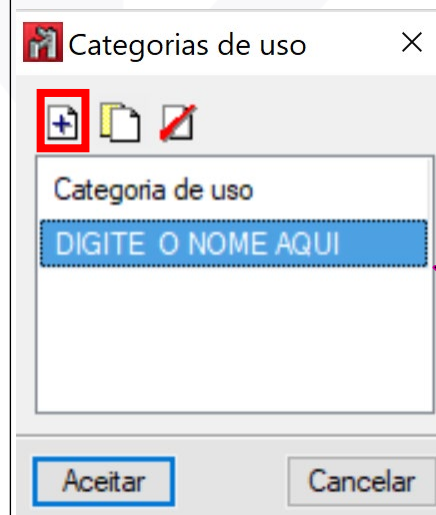
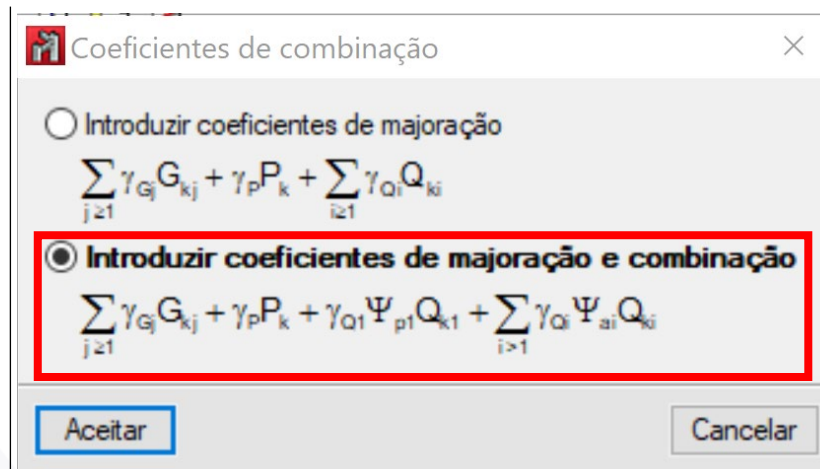
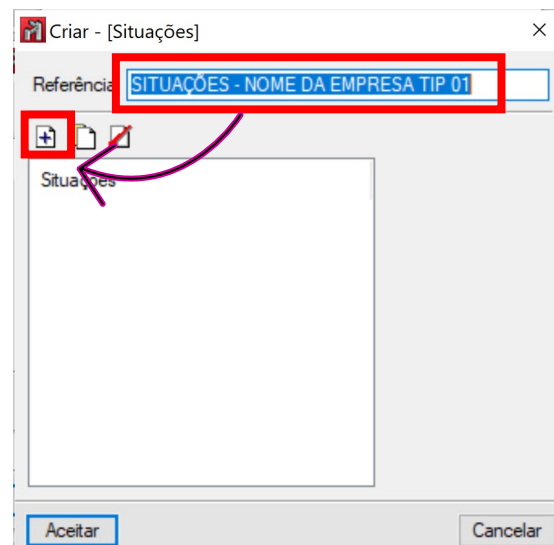
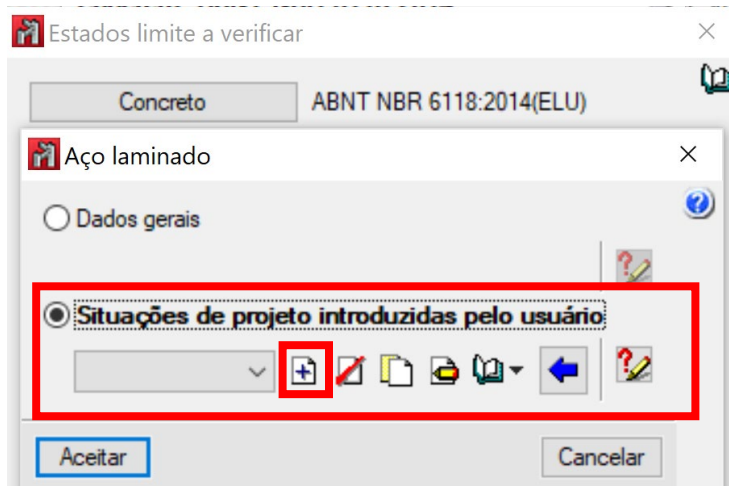




PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

PASSO 5



USO 1 CARGA E EQUIPAMENTOS

USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO

USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
CLASS ENGINEER



PASSO 6

PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

?? QUAL COMBINAÇÃO USAR?

- Escolher equação para as 2 combinações
- Dúvidas assista as aulas 7 a 10

01

COMBINAÇÃO ÚLTIMA – PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA - ELU

4.7.7.2.1 Combinações últimas normais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.2.2 Combinações últimas especiais

4.7.7.2.3 Combinações últimas de construção

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j,ef} F_{Qj,k})$$

Os fatores $\psi_{0j,ef}$ são iguais aos fatores ψ_{0j} adotados nas combinações normais, salvo quando a ação variável especial F_{Q1} tiver um tempo de atuação muito pequeno, caso em que $\psi_{0j,ef}$ podem ser tomados como os correspondentes fatores de redução ψ_{2j} .

4.7.7.2.4 Combinações últimas excepcionais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + F_{Q,exc} + \sum_{j=1}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j,ef} F_{Qj,k})$$

02

COMBINAÇÃO SERVIÇO – PARA ANALISAR A DESLOCAMENTOS - ELS

4.7.7.3.2 Combinações quase permanentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=1}^n (\psi_{2j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.3.3 Combinações frequentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{2j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.3.4 Combinações raras de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{1j} F_{Qj,k})$$

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
ENGINEER



PASSO 7

Essas tabelas serão necessárias para definir os coeficientes para as equações adotadas

PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

01

COMBINAÇÃO ULTIMA – PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA - ELU

4.7.7.2.1 Combinações últimas normais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.2.2 Combinações últimas especiais

4.7.7.2.3 Combinações últimas de construção

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j,ef} F_{Qj,k})$$

Os fatores $\psi_{0j,ef}$ são iguais aos fatores ψ_{0j} adotados nas combinações normais, salvo quando a ação variável especial F_{Q1} tiver um tempo de atuação muito pequeno, caso em que $\psi_{0j,ef}$ podem ser tomados como os correspondentes fatores de redução ψ_{2j} .

4.7.7.2.4 Combinações últimas excepcionais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + F_{Q,exc} + \sum_{j=1}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j,ef} F_{Qj,k})$$

Tabela 1 – Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_{fl} \gamma_{fs}$

Combinações	Ações permanentes (γ_g) ^{a,c}					Indiretas
	Diretas					
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_d) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
	Normais	1,20	1,40	1,20		1,50
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

Tabela 2 – Valores dos fatores de combinação ψ_0 , e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações		γ_{fr} ^a		
		ψ_0	ψ_1 ^d	ψ_2 ^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^{b)}	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^c	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.

^b Edificações residenciais de acesso restrito.

^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.

^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.

^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.



PASSO 9

PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

01 COMBINAÇÃO ÚLTIMA – PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA - ELU

4.7.7.2.1 Combinações últimas normais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qi} \psi_{0j} F_{Qj,k})$$

Coeficientes de combinação

Introduzir coeficientes de majoração

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Introduzir coeficientes de majoração e combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \psi_{ai} Q_{ki}$$

1

P_k Acção de pré-esforço 0

- G_k Acção permanente
- P_k Acção de pré-esforço
- Q_k Acção variável
- A_E Acção sísmica
- A_d Acção accidental
- γ_G Coeficiente parcial de segurança das acções permanentes
- γ_P Coeficiente parcial de segurança da acção de pré-esforço
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de segurança da acção variável principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de segurança das acções variáveis de acompanhamento
- γ_{AE} Coeficiente parcial de segurança da acção sísmica
- γ_{Ad} Coeficiente parcial de segurança da acção accidental
- $\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinação da acção variável principal
- $\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinação das acções variáveis de acompanhamento

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 e de redução ψ_1 e ψ_2 para as acções variáveis

Ações	γ_{R^*}		
	ψ_0	ψ_1^a	ψ_2^a
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação			
Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^b	0,5	0,4	0,3
Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^c	0,7	0,6	0,4
Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	0,6	0,3	0
Temperatura	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos			
Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.
^b Edificações residenciais de acesso restrito.
^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.
^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.
^e Para combinações excepcionais onde a acção principal for sísmica, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das acções $\gamma_f = \gamma_{R1} \gamma_{R3}$

Combinações	Ações permanentes (γ_g) ^{a,c}					Indiretas
	Diretas					
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_q) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Acção do vento	Ações truncadas ^e	Demais acções variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		



PASSO 10

PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

01 COMBINAÇÃO ULTIMA – PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA - ELU

4.7.7.2.1 Combinações últimas normais

$$F_d = \sum_{i=1}^m (\gamma_{gi} F_{Gi,k}) + \gamma_{q1} F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\gamma_{qj} \psi_{0j} F_{Qj,k})$$

A tela a seguir aparece logo após finalizar passo 5

Situação de projeto definida pelo usuário

Nome da situação: **Normal**

Combinação permanente ou transitória: **Combinção permanente ou transitória**

	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinação	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente	1.000	1.000	—	—
Pré-esforço	1.000	1.000	—	—
Retração	1.000	1.000	—	—
Sobrecarga (Uso 1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Uso 2)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Uso 3)	0.000	1.000	1.000	1.000
Vento	0.000	1.000	1.000	1.000
Neve	0.000	1.000	1.000	1.000
Temperatura	0.000	1.000	1.000	1.000
Empuxos do terreno	1.000	1.000	—	—

Aceitar Cancelar

Situação de projeto definida pelo usuário

Nome da situação: **Normal**

Combinação permanente ou transitória: **Combinção permanente ou transitória**

	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinação	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente	1.000	1.500	—	—
Pré-esforço	1.000	1.000	—	—
Retração	1.000	1.000	—	—
Sobrecarga (Uso 1)	0.000	1.500	1.000	0.800
Sobrecarga (Uso 2)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Uso 3)	0.000	1.500	1.000	0.500
Vento	0.000	1.400	1.000	0.600
Neve	0.000	1.500	1.000	1.000
Temperatura	0.000	1.000	1.000	0.600
Empuxos do terreno	1.000	1.000	—	—

Aceitar Cancelar

USO 1 CARGA E EQUIPAMENTOS

USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO

USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_{f1} \gamma_{f3}$

Combinações	Ações permanentes (γ_p) ^{a,c}					Indiretas
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
Ações variáveis (γ_v) ^{a,d}						
Combinações	Efeito da temperatura ^b		Ação do vento		Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação	
	Truncadas ^e	Normais	Truncadas ^e	Normais	Truncadas ^e	Normais
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50	1,20	1,50
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30	1,00	1,30
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações	γ_{f2} ^a				
	ψ_0	ψ_1 ^d	ψ_2 ^e		
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^{b)}	0,5	0,4	0,3	
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^c	0,7	0,6	0,4	
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6	
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0	
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3	
	Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5	
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4	

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.

^b Edificações residenciais de acesso restrito.

^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.

^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.

^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.



PASSO 11

PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

01

COMBINAÇÃO ULTIMA – PARA ANALISAR A RESISTÊNCIA - ELU

Editar - [Situações]

Referência: **AÇO LAMINADO NBR 8800 ELU**

Situações: Combinação permanente ou transitória

	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinação	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Normal				
Permanente	1.000	1.500	—	—
Pré-esforço	1.000	1.000	—	—
Retração	1.000	1.000	—	—
Sobrecarga (Uso 1)	0.000	1.500	1.000	0.800
Sobrecarga (Uso 2)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Uso 3)	0.000	1.500	1.000	0.500
Vento	0.000	1.400	1.000	0.600
Neve	0.000	1.000	1.000	1.000
Temperatura	0.000	1.000	1.000	0.600
Empuxos do terreno	1.000	1.000	—	—

Aceitar Cancelar

Estados limite a verificar

Concreto	ABNT NBR 6118:2014(ELU)
Fundação	ABNT NBR 6118:2014(ELU)
Aço dobrado	NBR 14762: 2010
Aço laminado	AÇO LAMINADO NBR8800 ELU
Madeira	NBR 7190: 1997
Alumínio	EC - Altitude inferior ou igual a 1000 m
Tensões sobre o terreno	Ações características
Deslocamentos	Ações características

Aceitar Cancelar

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
CLASS ENGINEER



PASSO 12

PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

02 COMBINAÇÃO SERVIÇO – PARA ANALISAR A DESLOCAMENTOS - ELS

4.7.7.3.2 Combinações quase permanentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=1}^n (\psi_{2j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.3.3 Combinações freqüentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{2j} F_{Qj,k})$$

4.7.7.3.4 Combinações raras de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{1j} F_{Qj,k})$$

Tabela 1 – Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_{f1} \gamma_{f3}$

Combinações	Ações permanentes (γ_p) ^{a,c}					Indiretas
	Diretas					
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_v) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

Tabela 2 – Valores dos fatores de combinação ψ_0 , e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações		γ_{f2} ^a		
		ψ_0	ψ_1 ^d	ψ_2 ^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^{b)}	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^c	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.

^b Edificações residenciais de acesso restrito.

^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.

^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.

^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.



PASSO 13

PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

02

COMBINAÇÃO SERVIÇO – PARA ANALISAR A DESLOCAMENTOS - ELS

4.7.7.3.3 Combinações freqüentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n (\psi_{2j} F_{Qj,k})$$

Coeficientes de combinação

Introduzir coeficientes de majoração

$$\sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Introduzir coeficientes de majoração e combinação:

$$\sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \psi_{ai} Q_{ki}$$

P_k Acção de pré-esforço

1 0 1 1

Tabela 1 – Valores dos coeficientes de ponderação das ações $\gamma_f = \gamma_{f1} \gamma_{f3}$

Combinações	Ações permanentes (γ_d) ^a					Indiretas
	Diretas					
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_v) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

Tabela 2 – Valores dos fatores de combinação ψ_0 , e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações		γ_{f2} ^a		
		ψ_0	ψ_1 ^d	ψ_2 ^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^b	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^c	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.
^b Edificações residenciais de acesso restrito.
^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.
^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.
^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
 ENGINEER

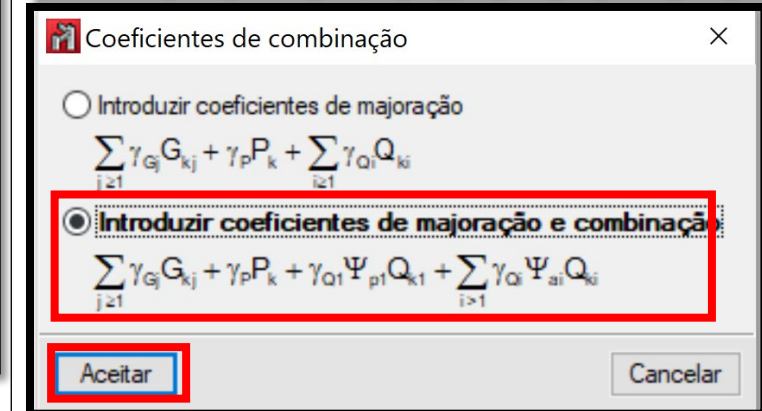
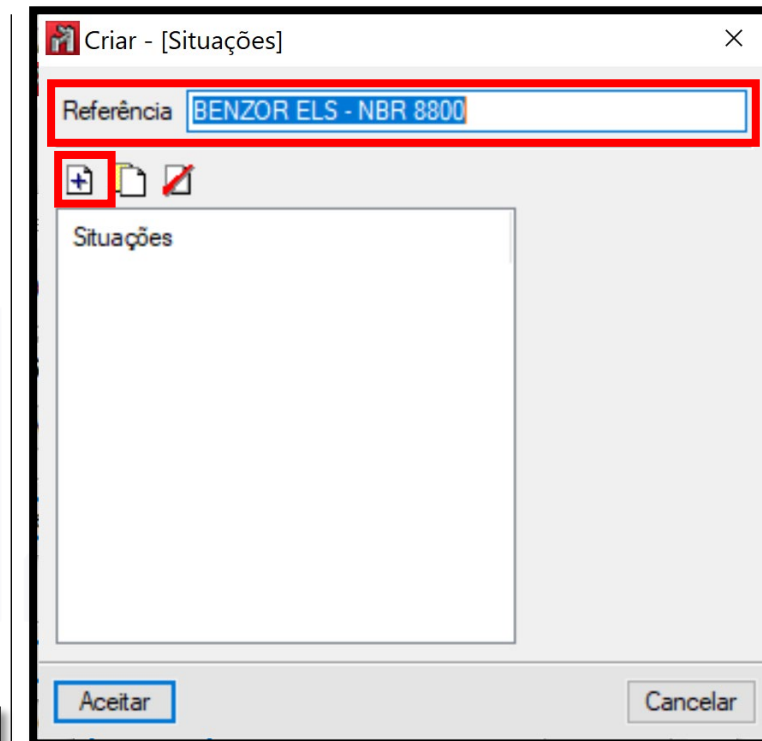
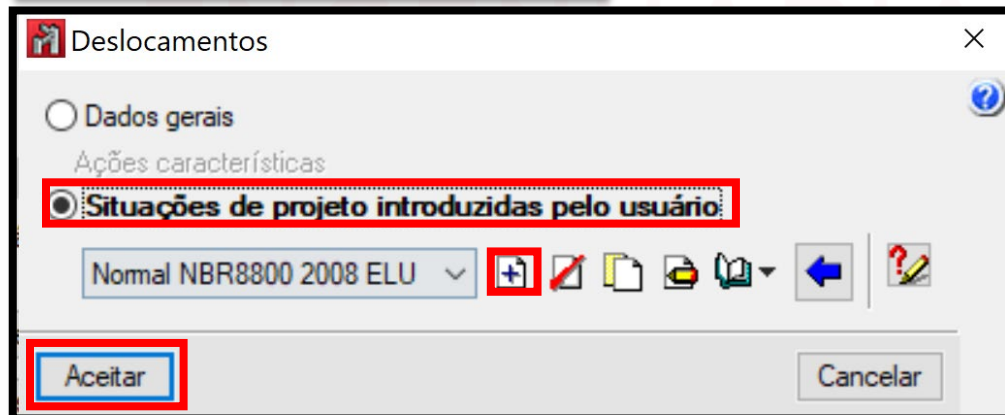
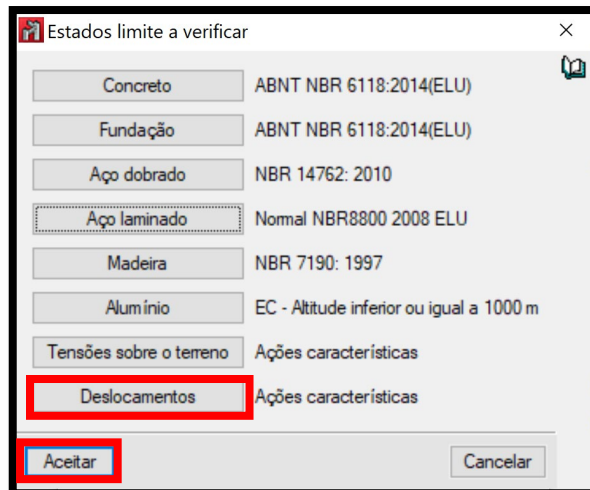


PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

02

COMBINAÇÃO SERVIÇO – PARA ANALISAR A DESLOCAMENTOS - ELS



PASSO 14

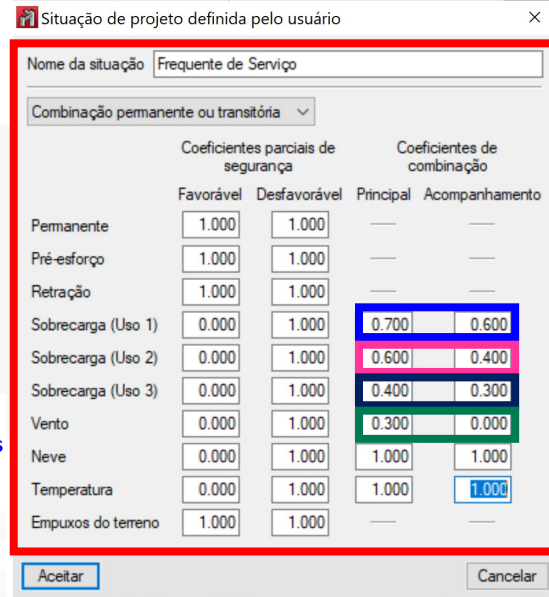
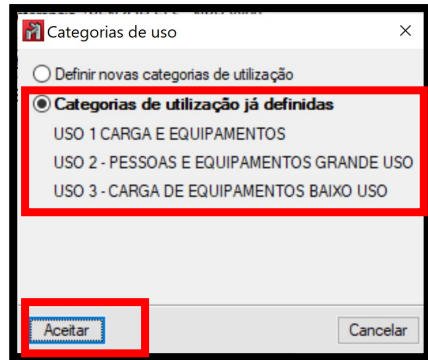
SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
CLASS ENGINEER



PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

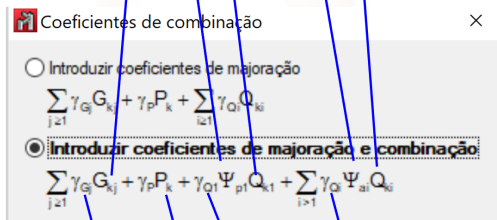
02 COMBINAÇÃO SERVIÇO – PARA ANALISAR A DESLOCAMENTOS - ELS



02 COMBINAÇÃO SERVIÇO – PARA ANALISAR A DESLOCAMENTOS - ELS

4.7.7.3.3 Combinações frequentes de serviço

$$F_{ser} = \sum_{i=1}^m F_{G_{i,k}} + \psi_1 F_{Q_{1,k}} + \sum_{j=2}^n (\psi_{2j} F_{Q_{j,k}})$$



P_k Acção de pré-esforço

1 0 1 1

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação ψ_0 e de redução ψ_1 e ψ_2 para as ações variáveis

Ações		γ_{Fz}^a		
		ψ_0	ψ_1^d	ψ_2^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^{b)}	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^{c)}	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

^{a)} Ver alínea c) de 4.7.5.3.

^{b)} Edificações residenciais de acesso restrito.

^{c)} Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.

^{d)} Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.

^{e)} Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.

PASSO 15

USO 1 CARGA E EQUIPAMENTOS

USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO

USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO



PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

02

COMBINAÇÃO SERVIÇO – PARA ANALISAR A DESLOCAMENTOS - ELS

PASSO 16

Referência: BENZOR ELS - NBR 8800

Situações: Combinação permanente ou transitória

	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinação	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente	1.000	1.000	—	—
Pré-esforço	1.000	1.000	—	—
Retração	1.000	1.000	—	—
Sobrecarga (Uso 1)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Uso 2)	0.000	1.000	0.600	0.400
Sobrecarga (Uso 3)	0.000	1.000	0.400	0.300
Vento	0.000	1.000	0.300	0.000
Neve	0.000	1.000	1.000	1.000
Temperatura	0.000	1.000	1.000	1.000
Empuxos do terreno	1.000	1.000	—	—

Aceitar Cancelar

Deslocamentos

Dados gerais

Ações características

Situações de projeto introduzidas pelo usuário

BENZOR ELS - NBR 8800

Aceitar Cancelar

Estados limite a verificar

Concreto	ABNT NBR 6118:2014(ELU)
Fundação	ABNT NBR 6118:2014(ELU)
Aço dobrado	NBR 14762: 2010
Aço laminado	AÇO LAMINADO NBR8800 ELU
Madeira	NBR 7190: 1997
Alumínio	EC - Altitude inferior ou igual a 1000 m
Tensões sobre o terreno	Ações características
Deslocamentos	BENZOR ELS - NBR 8800

Aceitar Cancelar



PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

02

COMBINAÇÃO SERVIÇO – PARA ANALISAR A DESLOCAMENTOS - ELS

PASSO 16

Referência: BENZOR ELS - NBR 8800

Situações: Combinação permanente ou transitória

	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinação	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente	1.000	1.000	—	—
Pré-esforço	1.000	1.000	—	—
Retração	1.000	1.000	—	—
Sobrecarga (Uso 1)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Uso 2)	0.000	1.000	0.600	0.400
Sobrecarga (Uso 3)	0.000	1.000	0.400	0.300
Vento	0.000	1.000	0.300	0.000
Neve	0.000	1.000	1.000	1.000
Temperatura	0.000	1.000	1.000	1.000
Empuxos do terreno	1.000	1.000	—	—

Aceitar Cancelar

Deslocamentos

Dados gerais

Ações características

Situações de projeto introduzidas pelo usuário

BENZOR ELS - NBR 8800

Aceitar Cancelar

Estados limite a verificar

Concreto	ABNT NBR 6118:2014(ELU)
Fundação	ABNT NBR 6118:2014(ELU)
Aço dobrado	NBR 14762: 2010
Aço laminado	AÇO LAMINADO NBR8800 ELU
Madeira	NBR 7190: 1997
Alumínio	EC - Altitude inferior ou igual a 1000 m
Tensões sobre o terreno	Ações características
Deslocamentos	BENZOR ELS - NBR 8800

Aceitar Cancelar



PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

AÇÕES – CONFIGURAÇÃO DE ESTADOS LIMITES

Saia do passo 16 e crie na tela a seguir os 3 usos

Categorias de uso

Ref.	Descrição
1	USO 1 - CARGA DE EQUIPAMENTOS
2	USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO
3	USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

Concreto: ABNT NBR 6118:2014
Fundação: ABNT NBR 6118:2014
Aço dobrado: ABNT NBR 14762: 2010
Madeira: NBR 7190

Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens

Aço laminado: ABNT NBR 8800:2008
USO 1 CARGA E EQUIPAMENTOS

Alumínio: Eurocódigo 9
H. Coberturas

Deslocamentos: ABNT NBR 6118:2014
USO 1 CARGA E EQUIPAMENTOS

Aceitar Cancelar

Categorias de uso

Ref.	Descrição
1	USO 1 - CARGA DE EQUIPAMENTOS
2	USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO
3	USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

Concreto: ABNT NBR 6118:2014
Fundação: ABNT NBR 6118:2014
Aço dobrado: ABNT NBR 14762: 2010
Madeira: NBR 7190

Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens

Aço laminado: ABNT NBR 8800:2008
USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO

Alumínio: Eurocódigo 9
H. Coberturas

Deslocamentos: ABNT NBR 6118:2014
USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO

Aceitar Cancelar

Categorias de uso

Ref.	Descrição
1	USO 1 - CARGA DE EQUIPAMENTOS
2	USO 2 - PESSOAS E EQUIPAMENTOS GRANDE USO
3	USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

Concreto: ABNT NBR 6118:2014
Fundação: ABNT NBR 6118:2014
Aço dobrado: ABNT NBR 14762: 2010
Madeira: NBR 7190

Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens

Aço laminado: ABNT NBR 8800:2008
USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

Alumínio: Eurocódigo 9
H. Coberturas

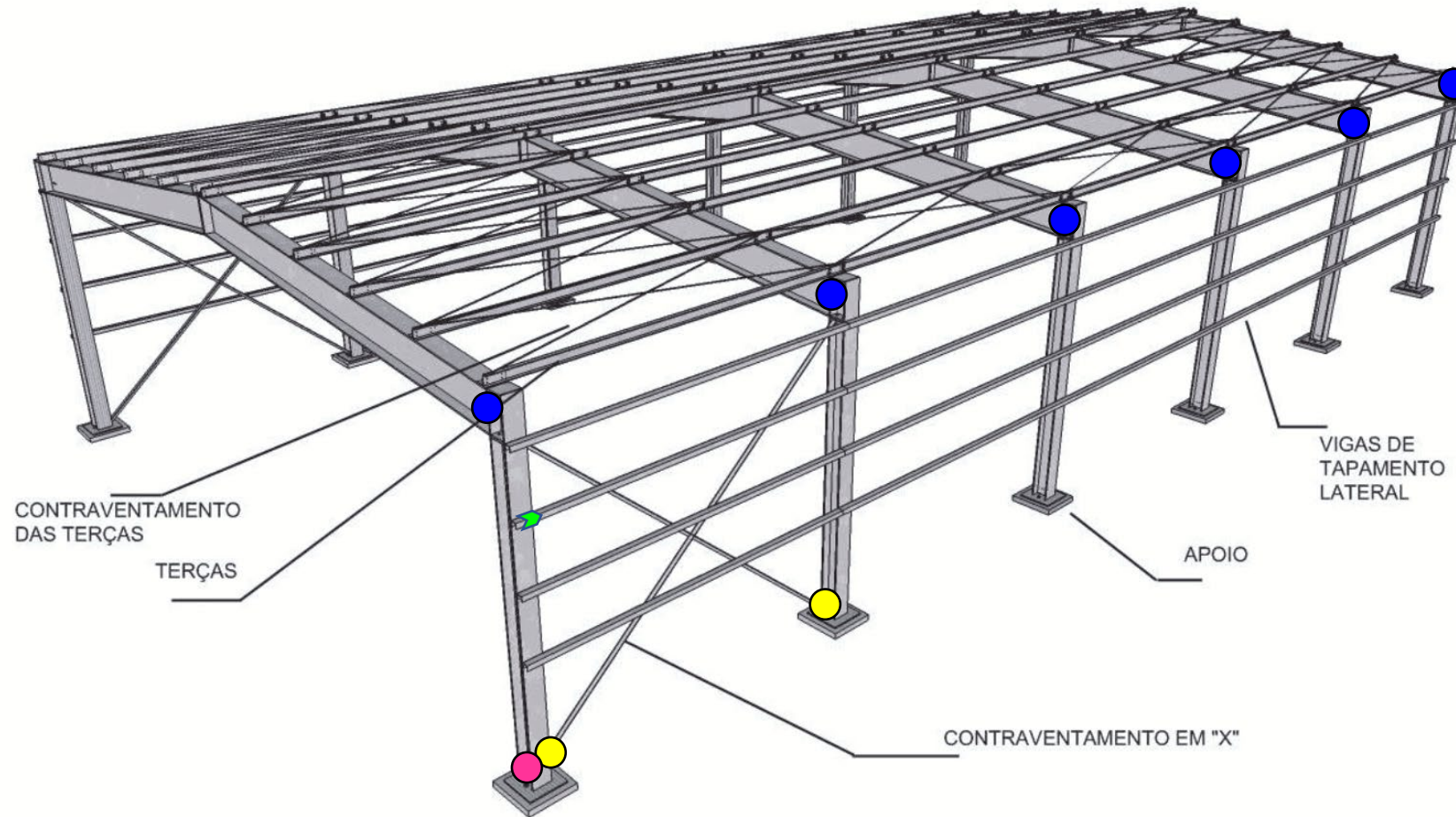
Deslocamentos: ABNT NBR 6118:2014
USO 3 - CARGA DE EQUIPAMENTOS BAIXO USO

Aceitar Cancelar

PASSO 17

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
CLASS ENGINEER

PROJETO DE GALPÃO



SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
ENGINEER

CYPE3D PROJETO DE GALPÃO



PASSO 1 DETERMINAR DIMENSÕES DO GALPÃO (Largura-comprimento-altura-distância entre pórticos)

Altura do Galpão 6m

Distância entre pórticos: recomendado entre 5 e 6 – Adotado 5m

30m

10m

Dois águas

Obs.: Dimensões em metros

a 10,00 c 10,00 b 10,00 h 6,00

PASSO 4 VER SE O CLIENTE DESEJA FECHAMENTO LATERAL OU SUGERIR CASO NECESSÁRIO

Sim, fechamento total

PASSO 5 VERIFICAR ONDE SERÃO AS ABERTURAS PARA PASSAGEM DE PEDESTRES E/OU VEÍCULOS

Somente a frente e fundo do galpão serão abertos

PASSO 6 ESCOLHER O MODELO DE TELHA E DISTANCIA ENTRE TERÇAS

Cobertura - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação – 3
- Peso 6Kg/m²

Recomendado espessuras entre 0,55 e 0,7mm

CATÁLOGO DE TELHA SUGESTIVO
DOWNLOAD ÁREA DO ALUNOS

PASSO 2 DETERMINAR MODELO DO TELHADO

2 ÁGUAS

PASSO 3 DETERMINAR INCLINAÇÃO DO TELHADO E ALTURA DO TELHADO

$\frac{h}{l} = 25$ a 45% **25% inclinação ideal**

$l = 5m$ (Veja passo 1) – metade da largura do galpão

$\frac{h}{5} = 0,25 \rightarrow h = 5 * 0,25 \rightarrow h = 1,25m$

PASSO 6 ESCOLHER O MODELO DE TELHA E DISTANCIA ENTRE TERÇAS

Cobertura - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação – 3
- Peso 6Kg/m²

TELHA TRAPEZOIDAL 40 - Conforme Norma NBR 14514
 Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m ²)	Peso (kg/ml)	I (cm ² /m)	W (cm ² /m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)											
						1750		2000		2250		2500		2750		3000	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	3,90	3,86	10,4898	3,746	3	176	158	135	106	107	74	86	54	65	41	50	31
						176	176	135	135	107	107	86	86	71	71	60	60
						220	220	169	169	133	133	108	102	89	77	75	59
						204	183	156	123	124	86	100	63	75	47	58	36
0,50	4,56	4,52	12,1631	4,344	3	204	204	156	156	124	124	100	100	83	83	70	70
						255	255	195	195	154	154	125	119	103	89	87	69
						264	236	202	158	160	111	129	81	98	61	75	47
						264	264	202	202	160	160	129	129	107	107	90	90
0,65	6,00	5,94	15,7169	5,613	3	330	330	253	253	200	200	162	153	134	115	112	89
						323	289	247	194	195	136	158	99	119	75	92	57
						323	323	247	247	195	195	158	158	131	131	110	110
						404	404	309	309	244	244	198	187	163	141	137	108
0,80	7,43	7,36	19,2278	6,867	2	381	341	292	229	231	161	187	117	141	88	108	68
						323	323	247	247	195	195	158	158	131	131	110	110
						404	404	309	309	244	244	198	187	163	141	137	108
						381	381	292	292	231	231	187	187	154	154	130	130
0,95	8,86	8,77	22,6961	8,106	3	476	476	365	365	288	288	233	221	193	166	162	128
						496	444	379	297	300	209	243	152	183	114	141	88
						496	496	379	379	300	300	243	243	201	201	169	169
						619	619	474	474	375	375	303	288	251	216	211	166
1,25	11,69	11,58	29,5074	10,538	4	619	619	474	474	375	375	303	288	251	216	211	166

* = Incluindo sobreposição (Larg. útil de 980 mm)

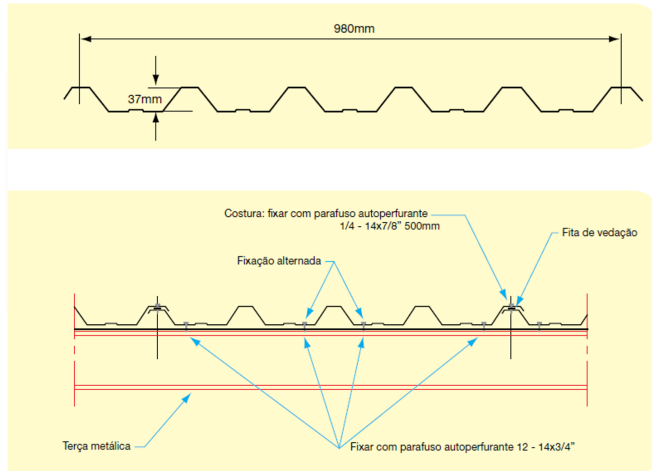
NOTA: A flecha máxima admissível é de 300 mm.

Valores obtidos para cobertura e fechamento obedecendo ao menor valor nos seguintes critérios:

- Flecha máxima L/200 para cobertura e L/125 para fechamento (L - vão entre terças) ou tensão máxima admissível de 1400 kgf/cm².

PASSO 6 ESCOLHER O MODELO DE TELHA E DISTANCIA ENTRE TERÇAS

MONTAGEM DAS TELHAS TRAPEZOIDAIS



PASSO 7 ESCOLHER O MODELO DE TELHA E DISTANCIA ENTRE TERÇAS FECHAMENTO

TELHA TRAPEZOIDAL 40 - Conforme Norma NBR 14514 Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m ²)	Peso (kg/ml)	I (cm ² /m)	W (cm ² /m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)											
						1750		2000		2250		2500		2750		3000	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	3,90	3,86	10,498	3,746	2	176	158	135	106	107	74	86	54	65	41	50	31
					3	176	176	135	135	107	107	86	86	71	71	60	60
					4	220	220	169	169	133	133	108	102	89	77	75	59
0,50	4,56	4,52	12,1631	4,344	2	204	183	156	123	124	86	100	63	75	47	58	36
					3	204	204	156	156	124	124	100	100	83	83	70	70
					4	255	255	195	195	154	154	125	119	103	89	87	69
0,65	6,00	5,94	15,7169	5,613	2	264	236	202	158	160	111	129	81	98	61	75	47
					3	264	264	202	202	160	160	129	129	107	107	90	90
					4	330	330	253	253	200	200	162	153	134	115	112	89
0,80	7,43	7,36	19,2278	6,867	2	323	289	247	194	195	136	158	99	119	75	92	57
					3	323	323	247	247	195	195	158	158	131	131	110	110
					4	404	404	309	309	244	244	198	187	163	141	137	108
0,95	8,86	8,77	22,6961	8,106	2	381	341	292	229	231	161	187	117	141	88	108	68
					3	381	381	292	292	231	231	187	187	154	154	130	130
					4	476	476	365	365	288	288	233	221	193	166	162	128
1,25	11,69	11,58	29,5074	10,538	2	496	444	379	297	300	209	243	152	183	114	141	88
					3	496	496	379	379	300	300	243	243	201	201	169	169
					4	619	619	474	474	375	375	303	288	251	216	211	166

Fechamento - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação – 3
- Peso 6Kg/m²

* = incluindo sobreposição (Larg. útil de 980 mm)

NOTA: A flecha máxima admissível é de 300 mm.

Valores obtidos para cobertura e fechamento obedecendo ao menor valor nos seguintes critérios:

- Flecha máxima L/200 para cobertura e L/125 para fechamento (L - vão entre terças) ou tensão máxima admissível de 1400 kgf/cm².

F - Fechamento C - Cobertura

PASSO 6 ESCOLHER O MODELO DE TELHA E DISTANCIA ENTRE TERÇAS

Fechamento - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação – 3
- Peso 6Kg/m²

Recomendado espessuras entre 0,55 e 0,7mm

**BAIXE CATÁLOGO DE TELHA SUGESTIVO
DOWNLOAD ÁREA DO ALUNOS**

PASSO 8 ESCOLHER O TIPO LIGAÇÃO (SOLDADAS, PARAFUSADAS)

Soldadas

PASSO 9 SONDAR NO MERCADO LOCAL PERFIS DISPONÍVEIS E ESPECIFICAÇÃO DO AÇO DISPONÍVEL

AÇO ASTM A 572- GRAU 50 DISPONÍVEL

AÇO ASTM A 572- GRAU 42 DISPONÍVEL

AÇO ASTM A36 DISPONÍVEL

Limite de Escoamento, Mpa = 345

Limite de Escoamento, Mpa = 290

Limite de Escoamento, Mpa = 250

Limite de Resistência, Mpa = 450

Limite de Resistência, Mpa = 415

Limite de Resistência, Mpa = 400 a 550

AR → Alta resistência

MR → Média resistência


COR → Resistente a corrosão

Tabela de Propriedades Mecânicas Referencial

Propriedades Mecânicas					
Especificação	Equivalência NBR 7007	Limite de Escoamento Min. (MPa)	Limite de Resistência (MPa)	Alongamento 200 mm (%)	Alongamento 50 mm (%)
ASTM A36	MR 250	250	400-550	20	21
ASTM A572 Grau 50	AR 350	350	450 mín.	18	21
ASTM A572 Grau 60	AR 415	415	520 mín.	16	18
ASTM A588	AR 350 COR	350	485 mín.	18	21

👉 PASSO 10 LEVANTAR QUAIS E ONDE AS CARGAS IRÃO ATUAR NA ESTRUTURA

AÇÕES PERMANENTES

- ✓ PESO PRÓPRIO (Peso da estrutura (Vigas, colunas, terças, tirantes))
- ✓ CARGA DE TELHAS  6Kg/m² - Ver passo 6


- ✗ CARGA DE TUBULAÇÃO (PESO LINEAR SOMENTE DO TUBO)
- ✗ CARGA DE CABEAMENTO ELÉTRICO
- ✗ CARGA DE DUTOS DE VENTILAÇÃO OU EXAUSTÃO IÇADOS NA ESTRUTURA
- ✗ CARGA DE EQUIPAMENTOS (EM VAZIO)
- ✗ CARGA DE REVESTIMENTO TÉRMICO
- ✗ CARGA DE REVESTIMENTO ACÚSTICO
- ✗ CARGA DE REVESTIMENTO ANTI DESGASTE



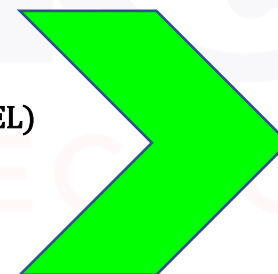
PASSO 10 LEVANTAR QUAIS E ONDE AS CARGAS IRÃO ATUAR NA ESTRUTURA

AÇÕES VARIÁVEIS

- ✓ CARGA DE VENTO – VER AULA
- ✓ SOBRECARGA EM COBERTURA – USE SOMENTE QUANDO NÃO FOR POSSÍVEL ESPECIFICAR COM PRECISÃO AS SOBRECARGAS OU SEJA NÃO SE TEM A EXATIDÃO DE CARGAS DE ACESSÓRIOS, SISTEMA ELÉTRICO, REDE E ETC

 USAR $0,25\text{KN}/\text{m}^2 = 25\text{Kg}/\text{m}^2$

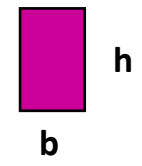
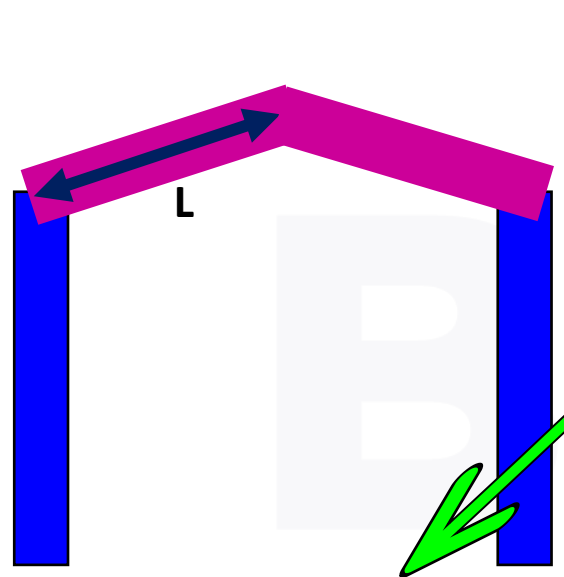
- ✗ CARGA DE FLUIDO DE TUBULAÇÃO
- ✗ CARGA DE PARTICULAS DE SISTEMA DE DESPOEIRAMENTO (SE FOR CARGA CONSIDERÁVEL)
- ✗ CARGA VARIÁVEL DE EQUIPAMENTO



CYPE3D PROJETO DE GALPÃO

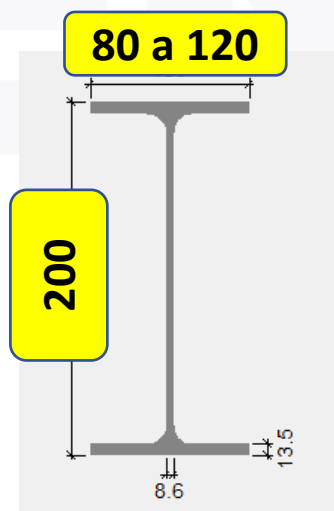
PASSO 11 PRÉ DIMENSIONAMENTO DE PILARES, COLUNAS OU TRELIÇAS

PRÉ DIMENSIONAMENTO - VIGA



$h = 4\% \text{ de } L$ – CARGAS PEQUENAS – TELHAS
 $h = 5\% \text{ de } L$ – CARGAS MÉDIAS
 $h = 6\% \text{ de } L$ – CARGAS GRANDES

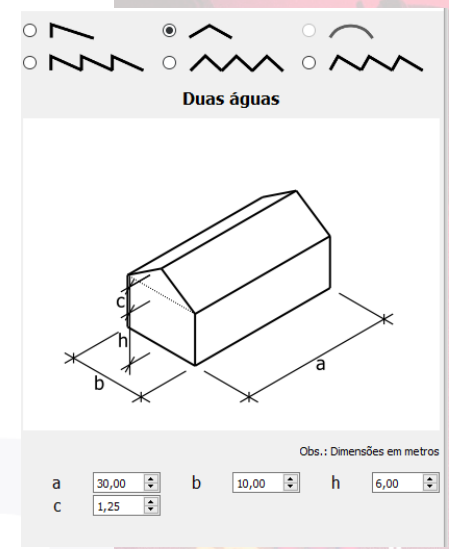
Na dúvida use o maior valor



$h = 4\% \text{ de } 5,15 = 0,2 \text{ m} = 200 \text{ mm}$

$b = 40 \text{ a } 60\% \text{ de } h$

$b = 0,4 * 200 \text{ a } 0,6 * 200 = 80 \text{ a } 120 \text{ mm}$



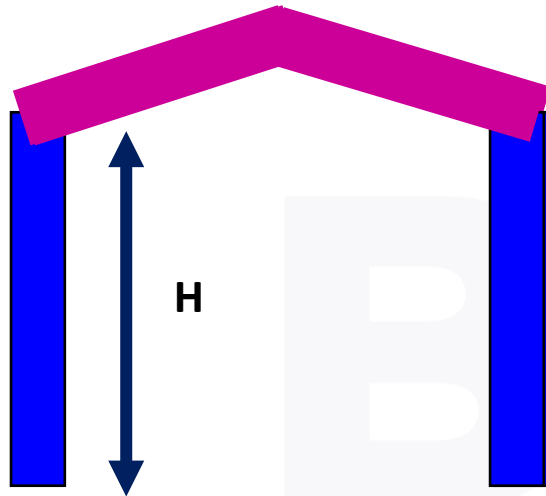
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												

BAIXE A PLANILHA DE CÁLCULO DENTRO DO SEU CURSO

CYPE3D PROJETO DE GALPÃO

PASSO 11 PRÉ DIMENSIONAMENTO DE PILARES, COLUNAS OU TRELIÇAS

PRÉ DIMENSIONAMENTO - COLUNAS



b

$$h = 3,33\% \text{ a } 5\% \text{ de } H$$

$$b = 40 \text{ a } 60\% \text{ de } h$$

H → Altura até o beiral

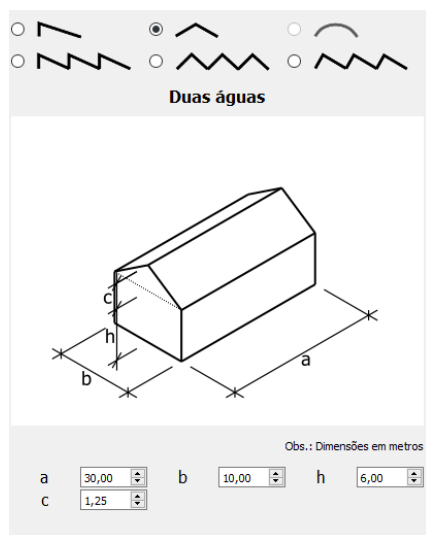
$$h = 3,33\% \text{ a } 5\% \text{ de } 6\text{m} = 0,198\text{m a } 0,3\text{m}$$

$$h = 0,198\text{m a } 0,3\text{m} = 198\text{mm a } 300\text{mm}$$

$$b = 40 \text{ a } 60\% \text{ de } 198 \text{ a } 300\text{mm}$$

$$b = \text{para } h \text{ adotado como } 198\text{mm} = 79,2 \text{ a } 118,8\text{mm}$$

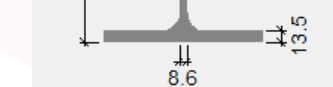
$$b = \text{para } h \text{ adotado como } 300\text{mm} = 120 \text{ a } 180\text{mm}$$



www.benzor.com.br

79,2 a 118

198



120 a 180

300



www.benzor.com.br

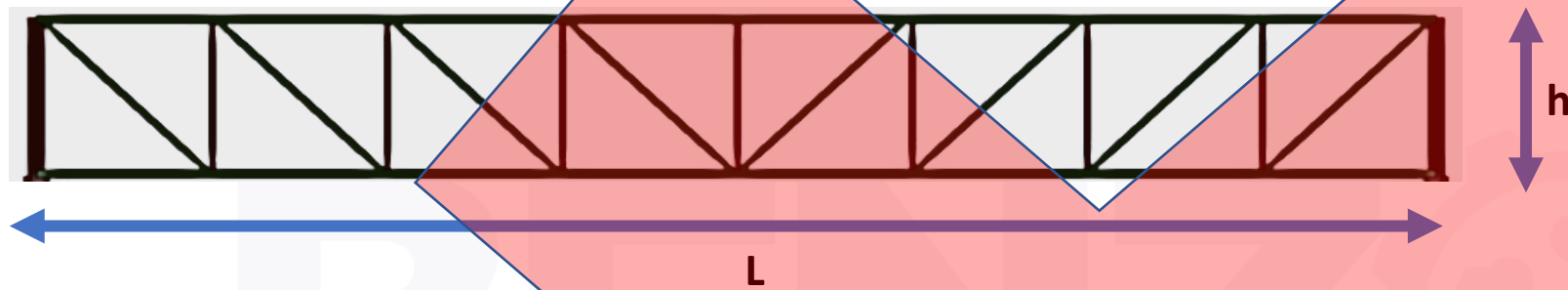


SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
CLASS ENGINEER

CYPE3D PROJETO DE GALPÃO

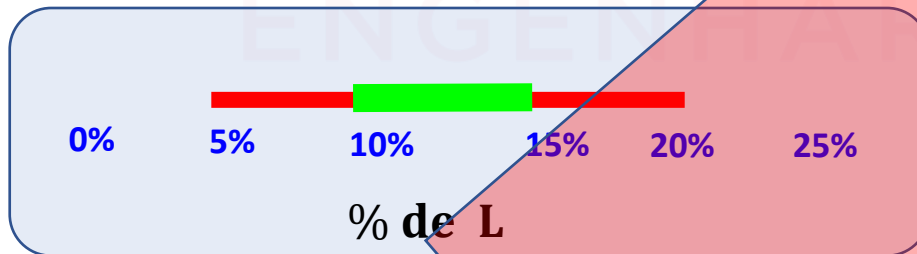
👉 PASSO 11 PRÉ DIMENSIONAMENTO DE PILARES, COLUNAS OU TRELIÇAS

👉 ALTURA DO VÃO



$$h = \frac{L}{7} \text{ a } \frac{L}{10} = \text{Ou seja de } 10 \text{ a } 14,3\% \text{ de } L \quad \text{Zona mais econômica}$$

$$h = \frac{L}{5} \text{ a } \frac{L}{15} = \text{Ou seja de } 6,6 \text{ a } 20\% \text{ de } L \quad \text{Zona menos econômica}$$



 Zona mais econômica

 Zona menos econômica

Não necessário em nosso caso



SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

CYPE3D PROJETO DE GALPÃO

www.benzor.com.br

www.benzor.com.br



PASSO 12 PRÉ DIMENSIONAMENTO DE TERÇAS



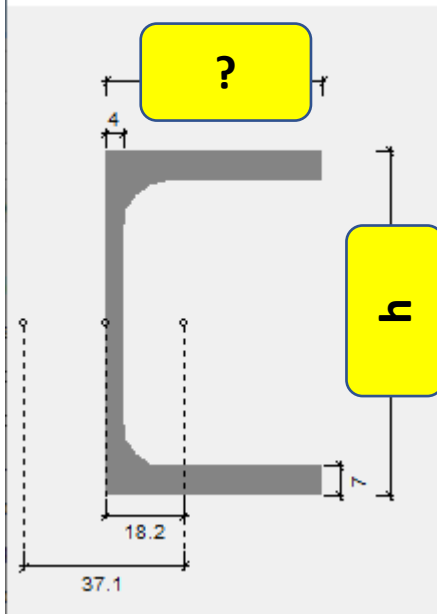
$$h = 1,66\% \text{ a } 2,5\% \text{ do vão}$$

Vão definido no passo 1 = 5m

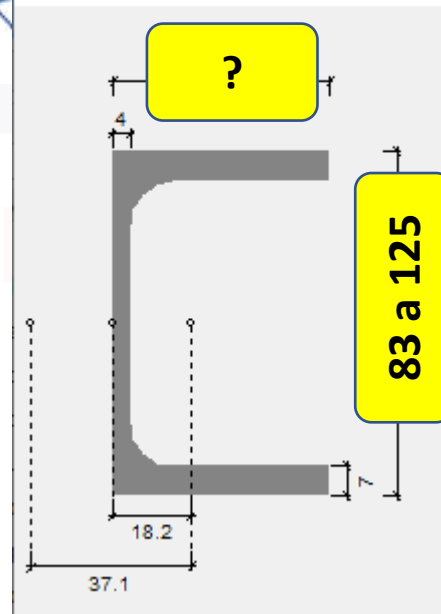
$$h = 1,66 \text{ a } 2,5\% \text{ de } 5\text{m} =$$

$$h = 0,083\text{m a } 0,125\text{m} = 83\text{mm a } 125\text{mm}$$

Propriedades do perfil seleccionado



Propriedades do perfil seleccionado



SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
CLASS ENGINEER

CYPE3D PROJETO DE GALPÃO

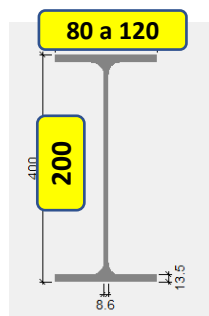
www.benzor.com.br

www.benzor.com.br

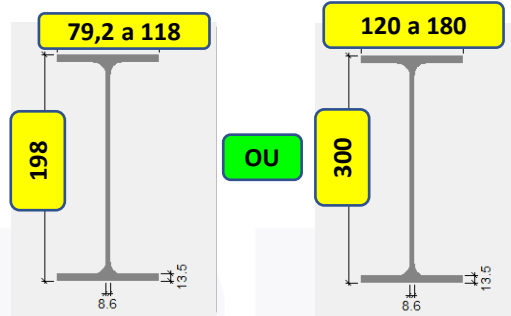


PASSO 13 RESUMO PRÉ DIMENSIONAMENTO

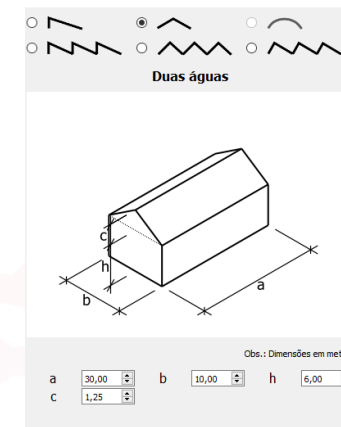
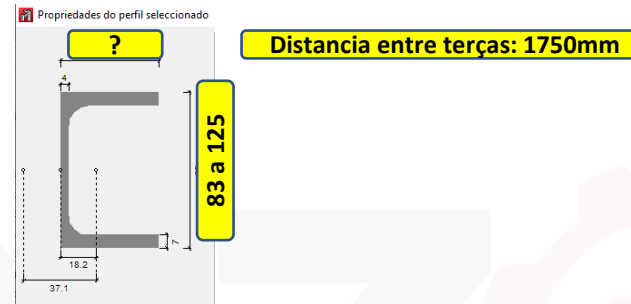
VIGAS



PILARES



TERÇAS



TELHADO



TELHA DE COBERTURA

Cobertura - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação – 3
- Peso 6Kg/m²

TELHA FECHAMENTO

Fechamento - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação – 3
- Peso 6Kg/m²

ESTIMATIVA DE AÇO

Vão de 10 a 12m → 10 Kgf/m²

Área: 30* 10 = 300m²

Consumo de aço previsto → 300 * 10 = 3Ton

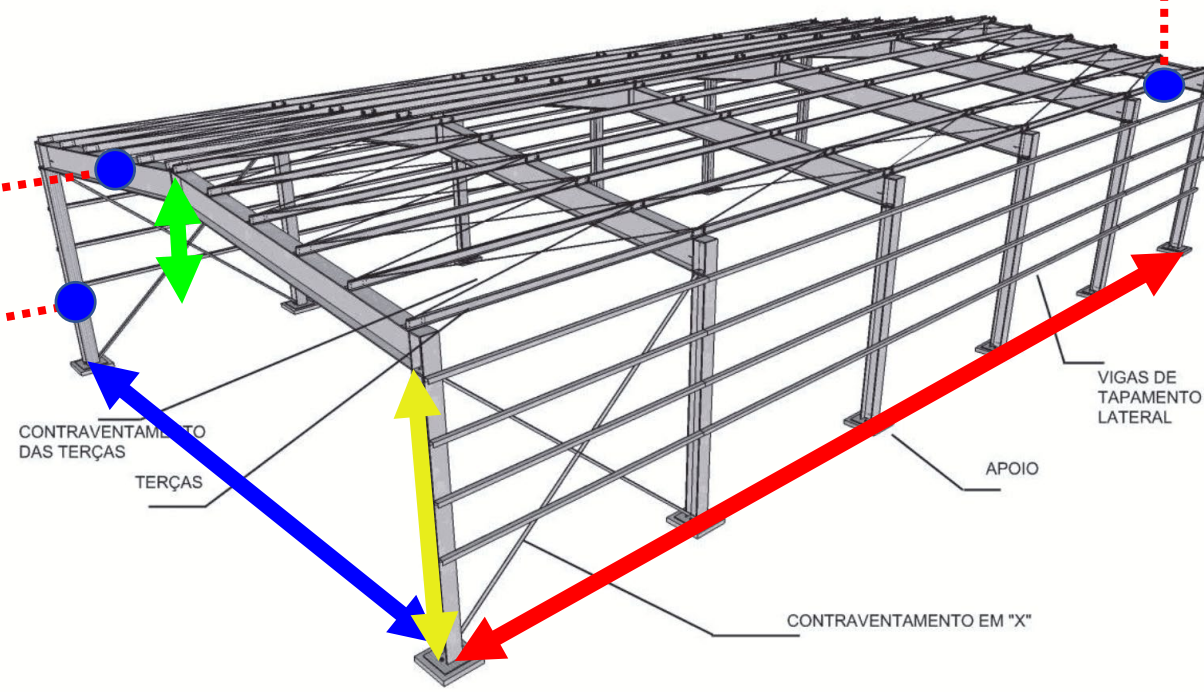
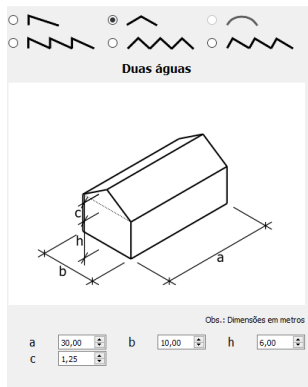
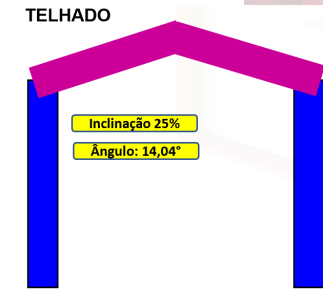
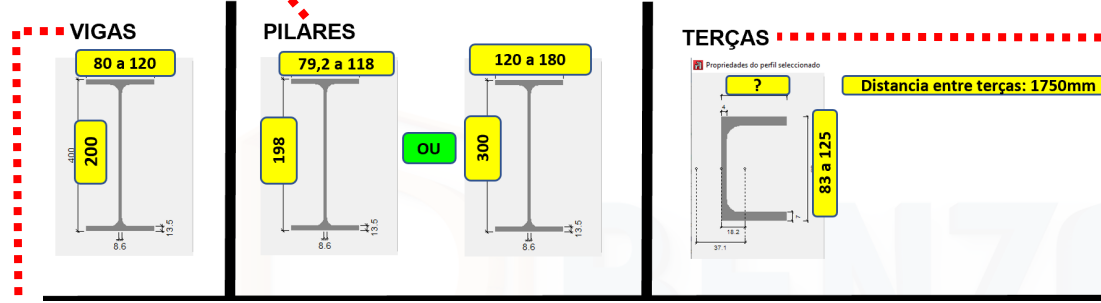
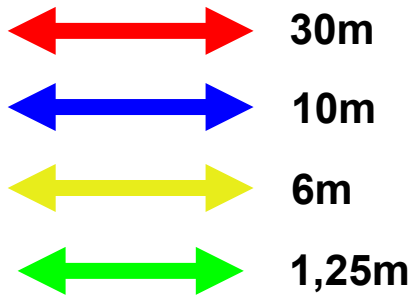
VALOR MÉDIO A SER COBRADO:

R\$ 2.700,00

CYPE3D PROJETO DE GALPÃO

www.benzor.com.br

www.benzor.com.br



TELHA DE COBERTURA

Cobertura - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação - 3
- Peso 6Kg/m²

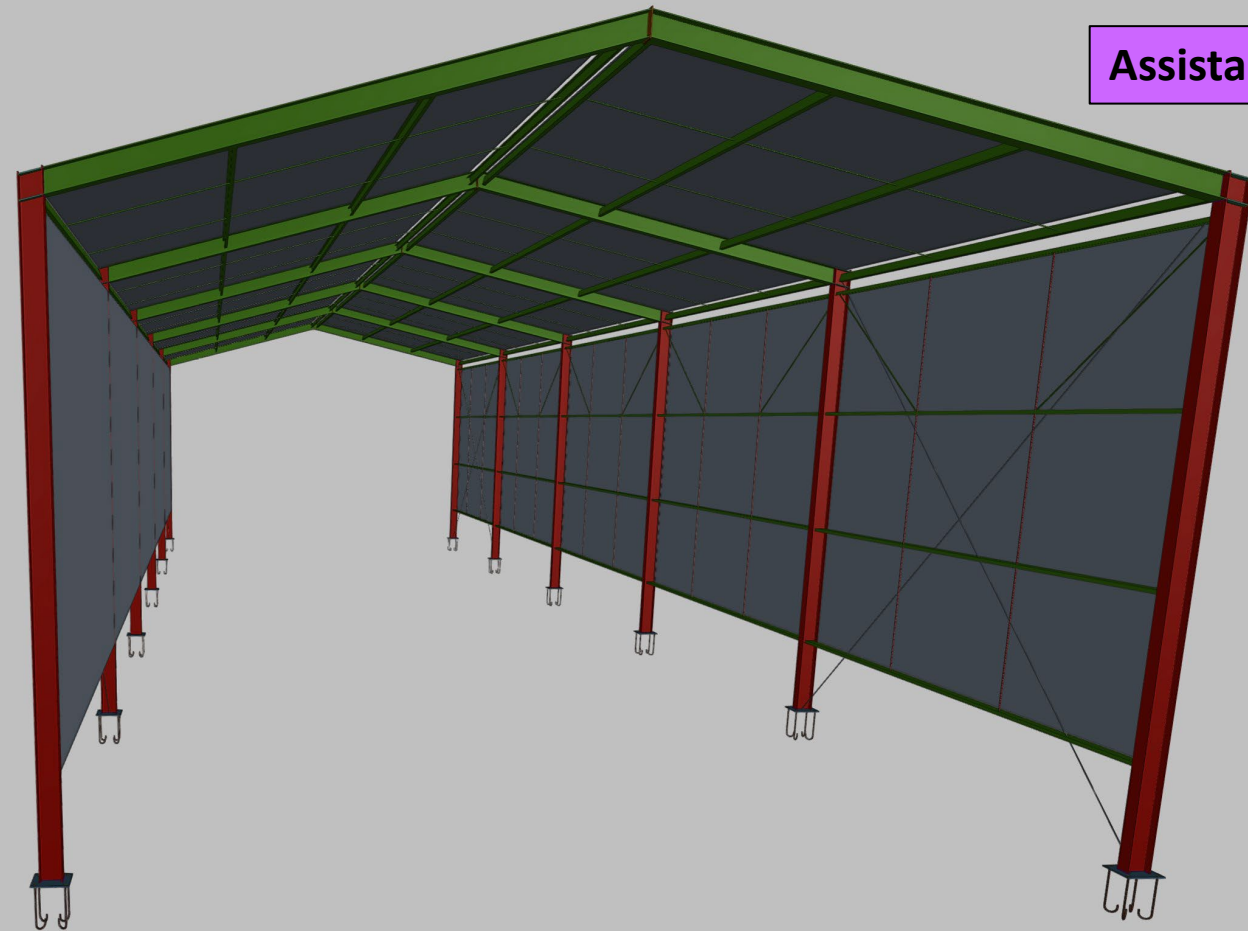
TELHA FECHAMENTO

Fechamento - Telha Trapezoidal 40

- espessura 0,65 mm
- distância entre apoios (comprimento) 1.750mm
- Largura útil 980mm
- Número de apoios de fixação - 3
- Peso 6Kg/m²

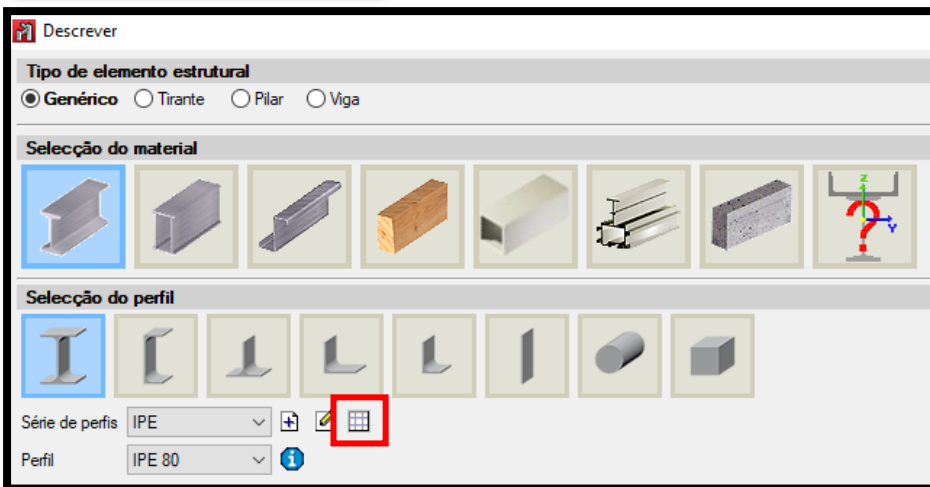
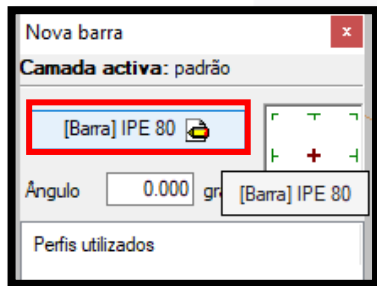
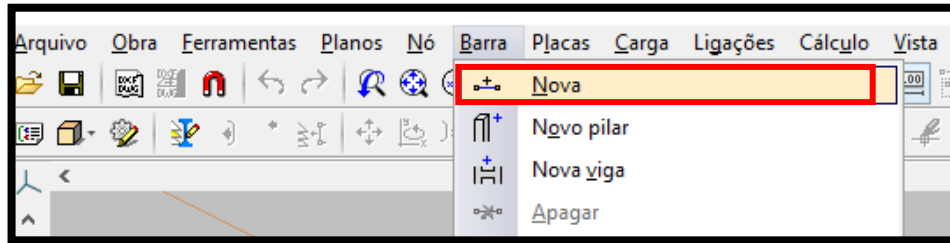
SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
 PASS ENGINEER

Assista a aula 58

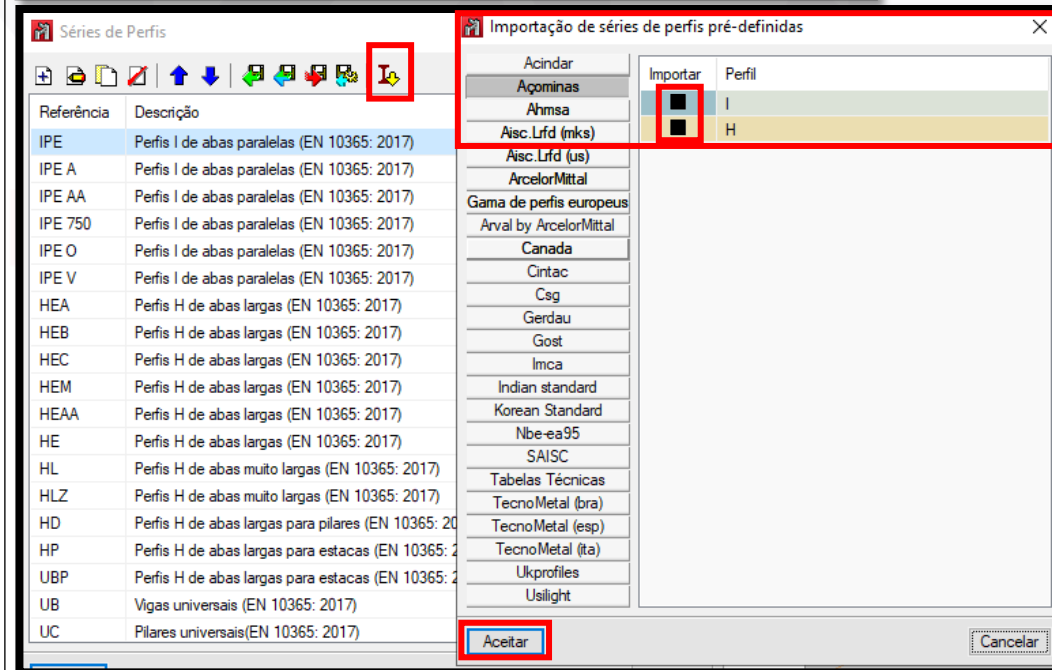
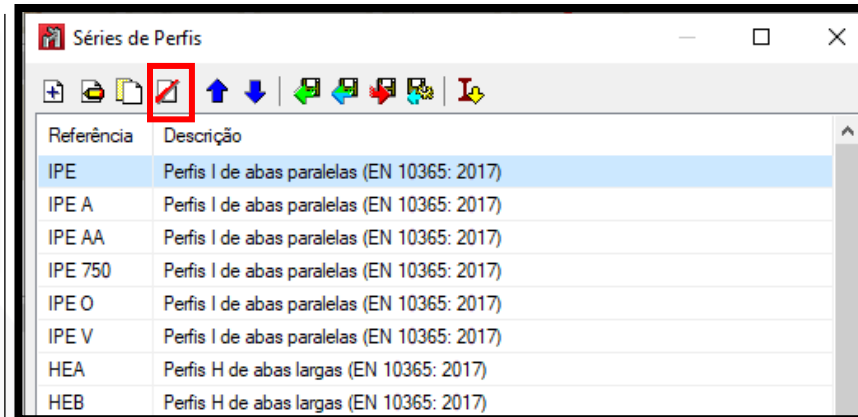


PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

IMPORTAR PERFIL



DELETAR CATÁLOGO INÚTEIS



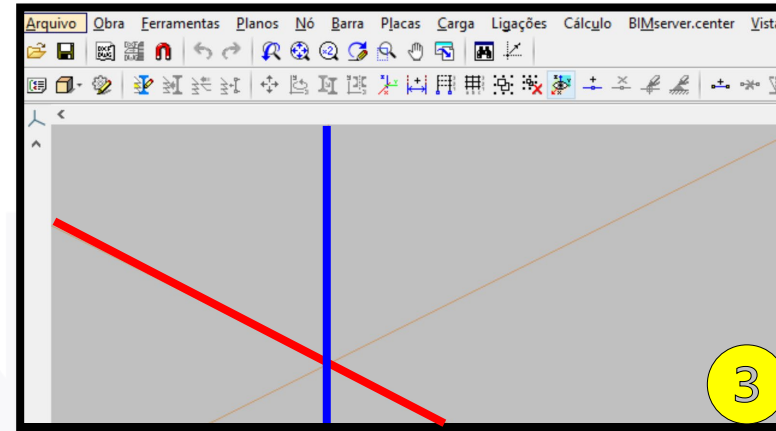
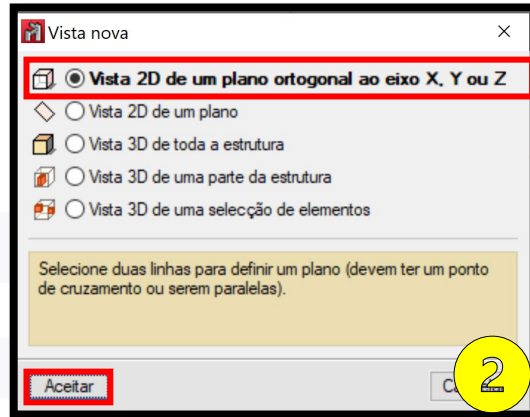
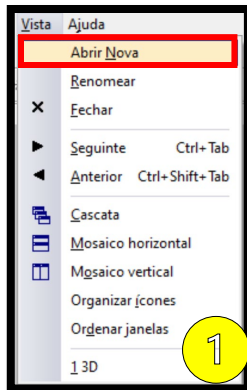
PASSO 18

Assista a aula 59

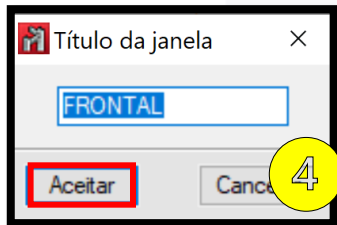
SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
ENGINEER

PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

CRIANDO VISTAS



SELECIONE OS 2 EIXOS



PASSO 19

Assista a aula 59

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
PASSO ENGINEER

CYPE3D PROJETO DE GALPÃO

www.benzor.com.br

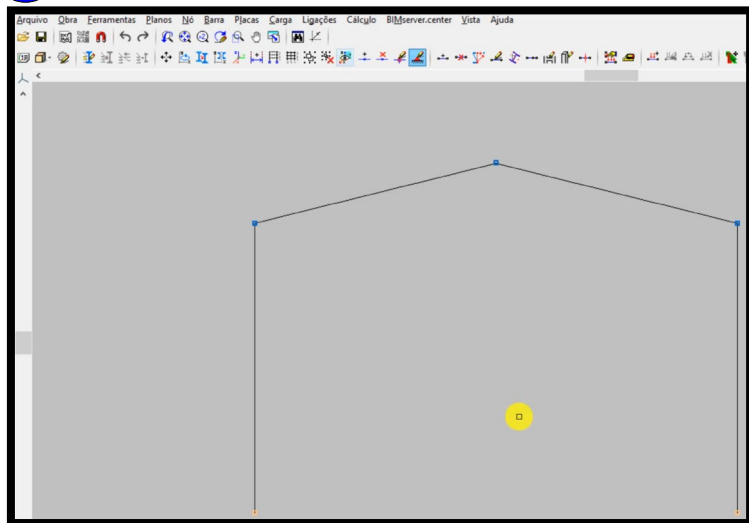
www.benzor.com.br



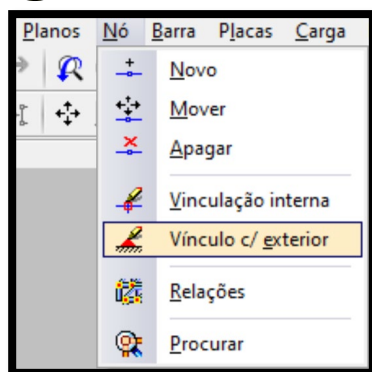
PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

CRIAR E CONFIGURAR PÓRTICO

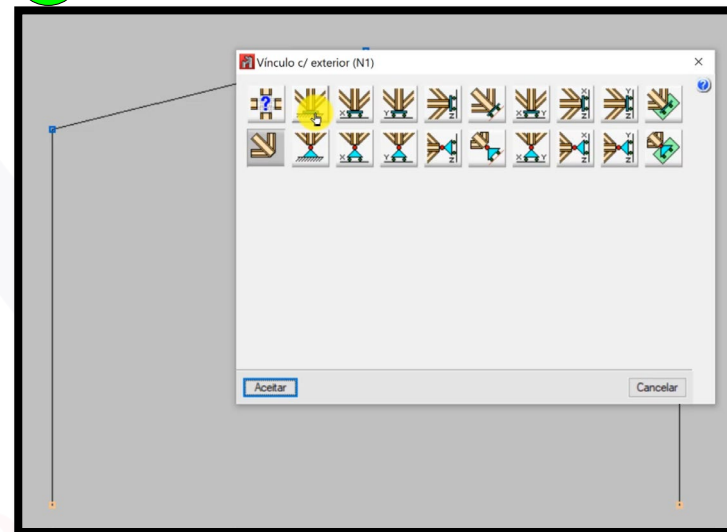
1 CRIE O PÓRTICO NA VISTA 2D



2 CRIE A VINCULAÇÃO DOS APOIOS COM O EXTERIOR



3



PASSO 20

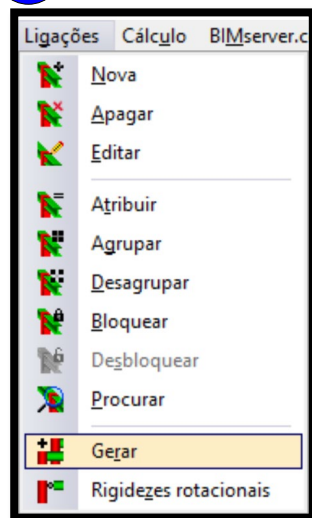
Assista a aula 59

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
PASS ENGINEER

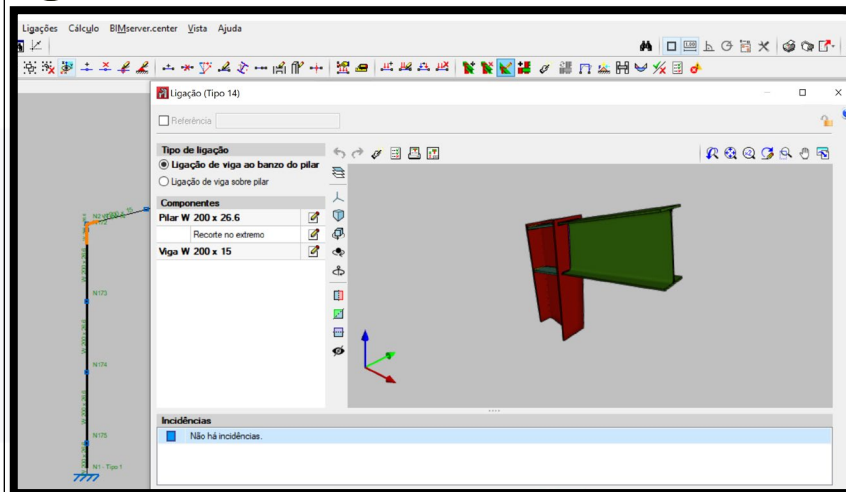
PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

CRIAR E CONFIGURAR LIGAÇÕES

1 CRIAR LIGAÇÃO EM GERAR



2 CLIQUE EM LIGAÇÕES EDITAR

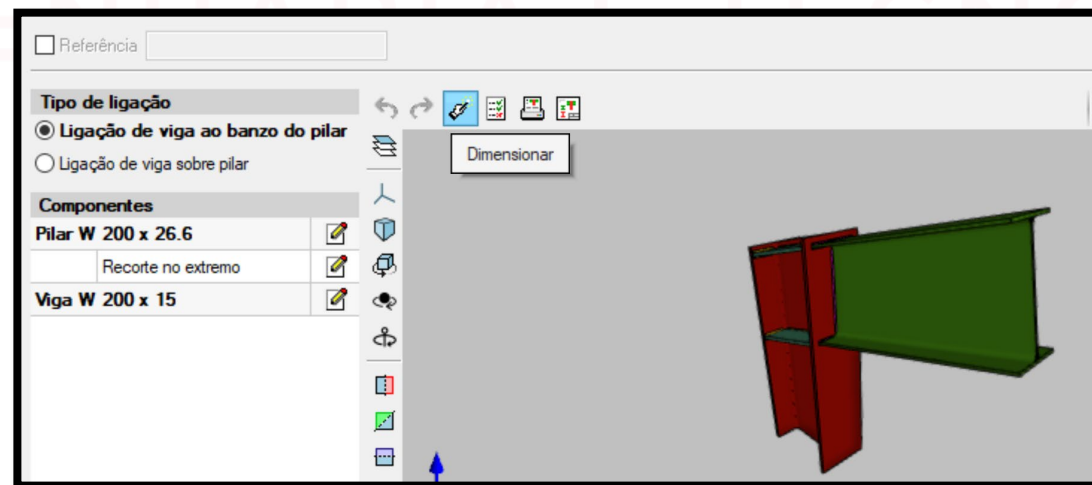


PASSO 21

Assista a aula 59

3

CRIE EM LIGAÇÃO E DIMENSIONAR



PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

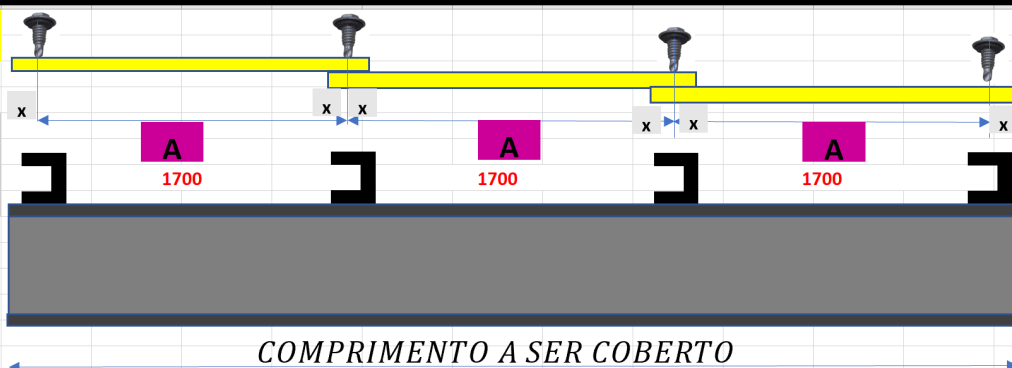
DISTÂNCIA ENTRE TERÇAS

CALCULADORA DE DISTÂNCIA ENTRE TERÇAS

$$\text{COMPRIMENTO DA TELHA} = \left(\frac{\text{COMPRIMENTO A SER COBERTO} - 2X}{\text{NUMERO DE DIVISÕES}} \right) + 2X$$

DIVISÃO PADRONIZADA	
Comprimento da Telha	2000 mm
Comprimento a ser coberto	5400 mm
Número de Divisões	3
Distância x	150,00 Resultado
Distancia A	1700,00 Resultado
Recobrimento total	600 mm
Perda de telha	200 mm de telha

DIVISÃO MISTA	
A corrigido	1800
Distancia x corrigida	150
Número de Divisões no padrão	2 vãos de 1800mm
Valor faltante	1 vão de 1500mm
Recobrimento total	600
Perda de Telha	200 mm de telha (PRECISA DE RECORTE)
	238



COMPRIMENTO A SER COBERTO

PASSO 22

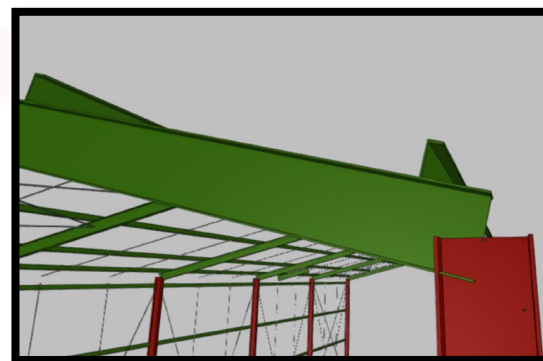
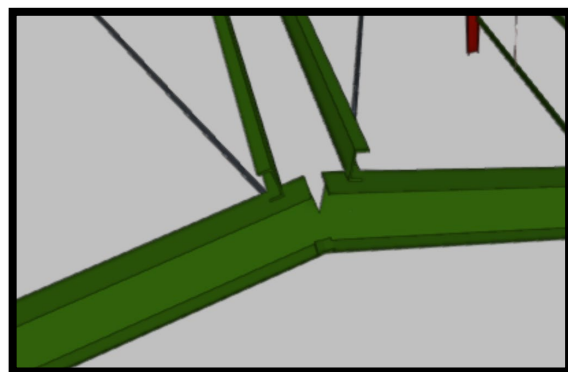
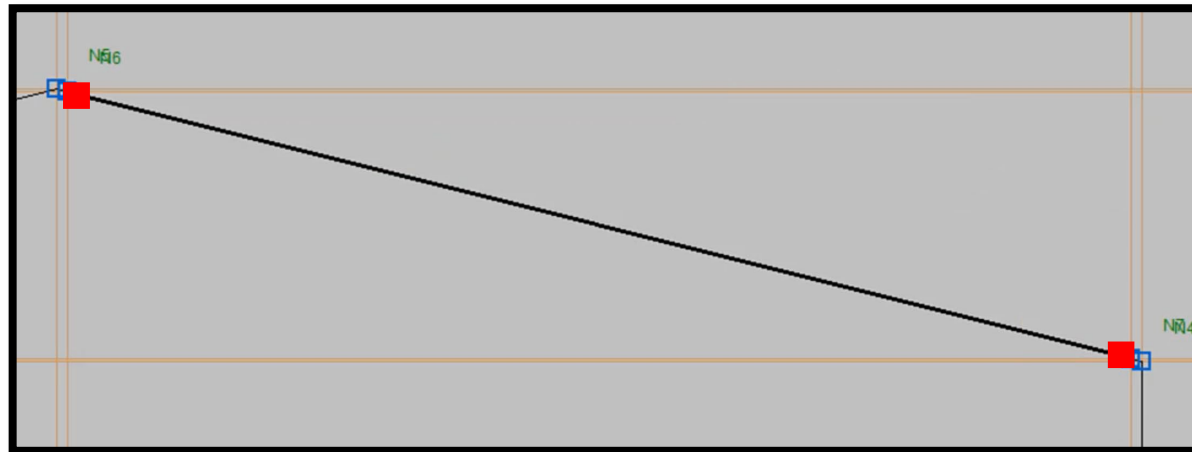
Assista a aula 60

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
PASS ENGINEER

👉 **PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE**

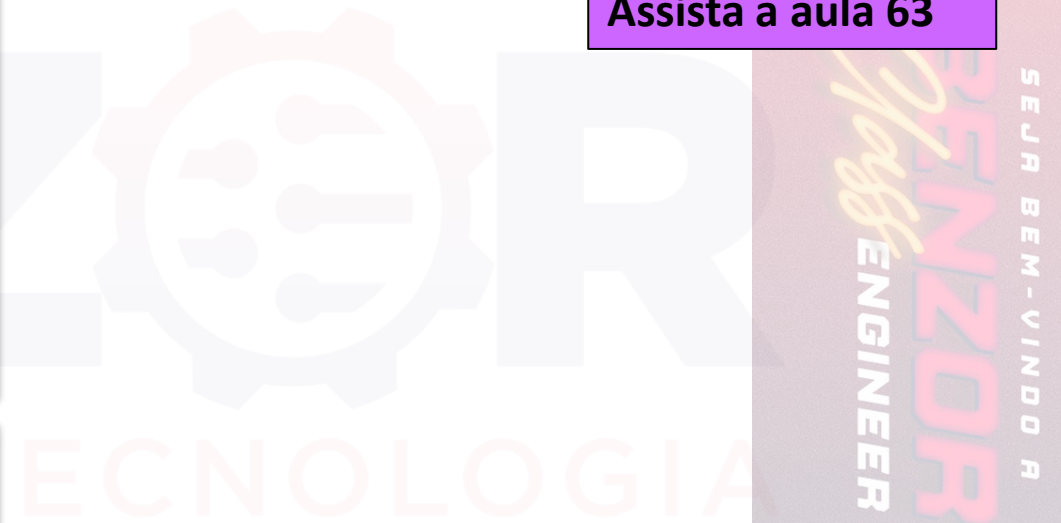
👉 **DISTÂNCIA ENTRE TERÇAS**

1 CRIE NÓS DO PRIMEIRA E ULTIMA TERÇA



PASSO 23

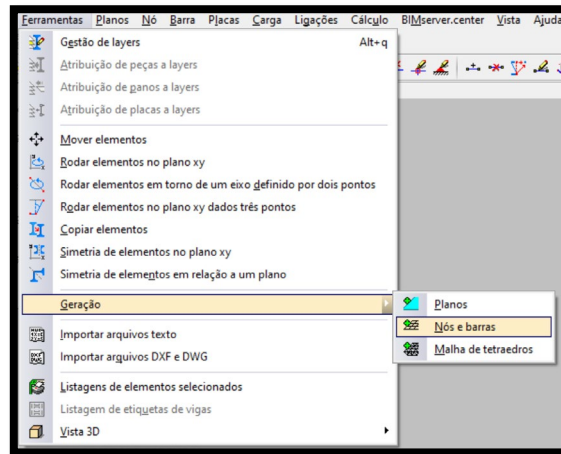
Assista a aula 63



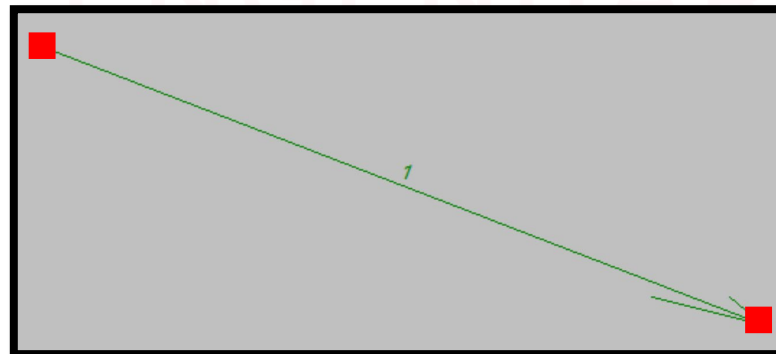
PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

CRIAR NÓS PARA A TERÇA

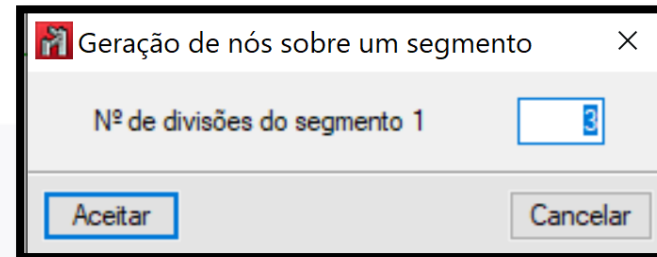
1 CRIE OS NÓS



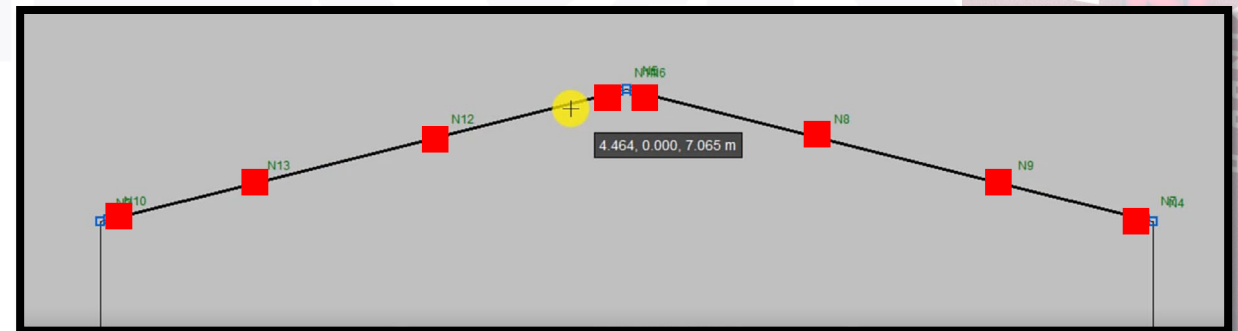
2 SELECIONE 2 PONTOS EXTREMOS PARA CRIAR NÓS ENTRE ELES



3 ESCOLHA EM QUANTAS PARTES DESEJA DIVIDIR A BARRA



4 CRIE NAS 2 ÁGUAS



PASSO 24

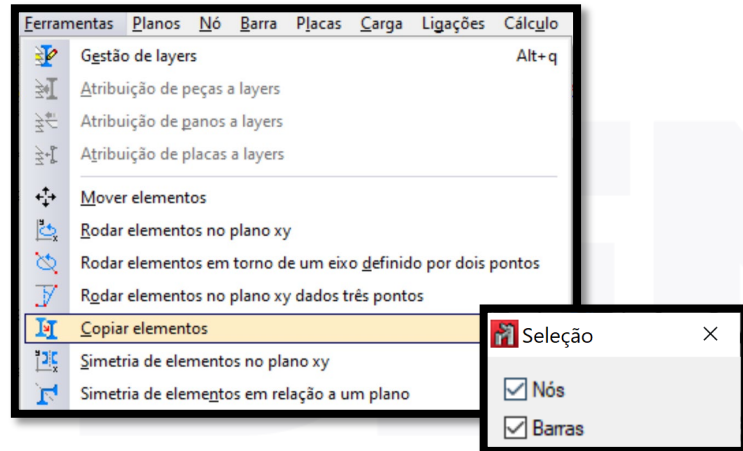
Assista a aula 63

SEJA BEM-VINDO

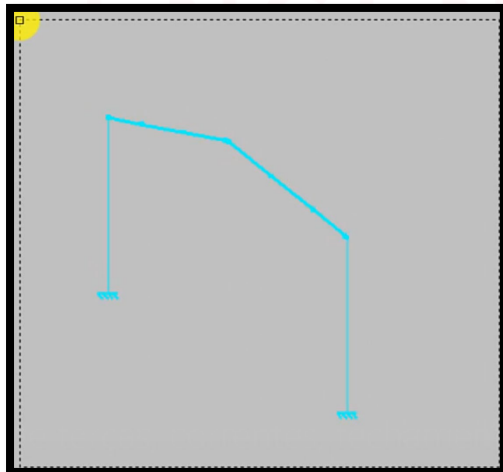
PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

COPIAR PÓRTICO

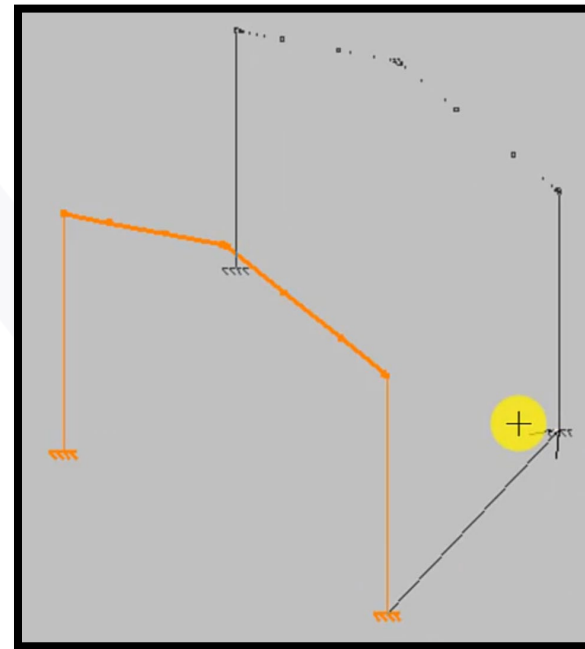
1 USE COPIAR ELEMENTOS



2 SELECIONE DA ESQUERDA PARA DIREITA A ESTRUTURA



3 ESCOLHA UM PONTO DE ORIGEM E DEFINA A DISTANCIA E ORIENTAÇÃO



PASSO 25

Assista a aula 63

👉 PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

👉 MODELAGEM

1 MODELE AS TERÇAS - FECHAMENTO LATERAL - CORRENTES

Assista a aula 63

2 DEFINE A POSIÇÃO DO CONTRAVENTAMENTO LATERAL E TELHADO (RECOM Ø 16MM)

Assista a aula 67

PASSO 26

BENZOR
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

CYPE3D PROJETO DE GALPÃO

 **PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE**

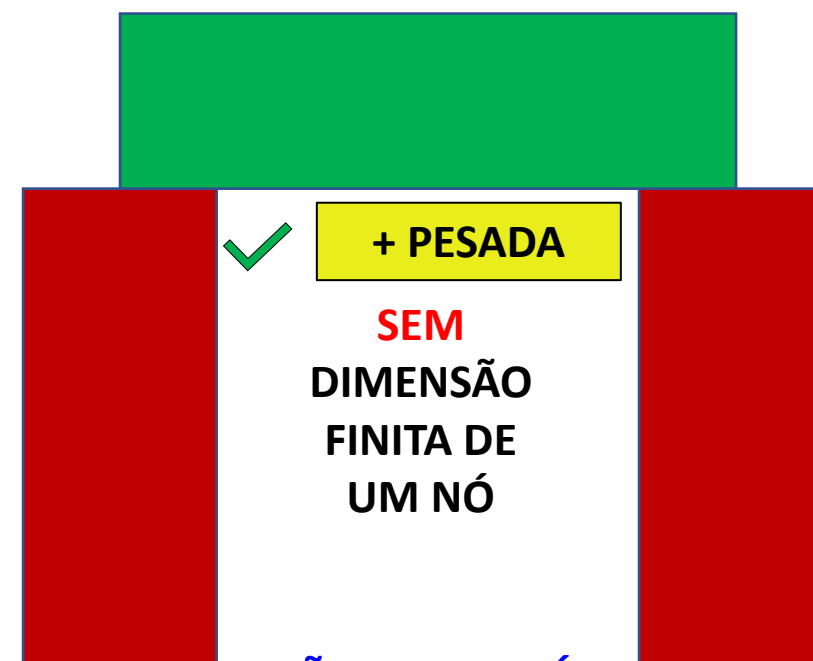
 **QUANDO CONSIDERAR A DIMENSÃO FINITA DE UM NÓ** ASSISTA A AULA 64

ANÁLISE DA VIGA



MATRIZ DE RIGIDEZ
MODIFICADA

Assista a aula 64



VÃO DEFORMÁVEL

VÃO DEFORMÁVEL

👉 CONFIGURANDO O PROJETO

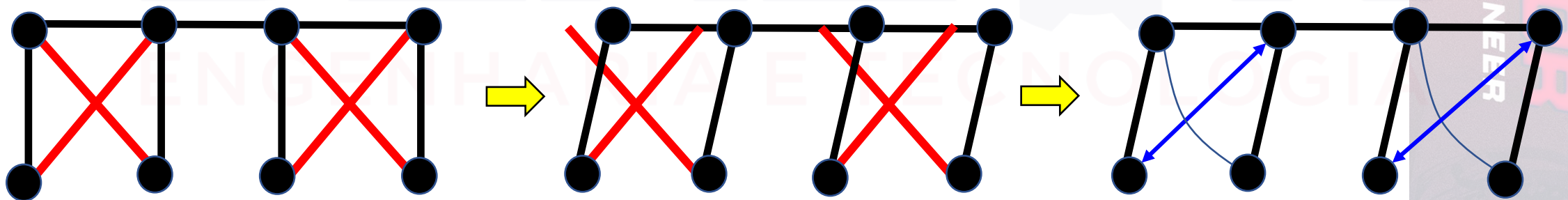
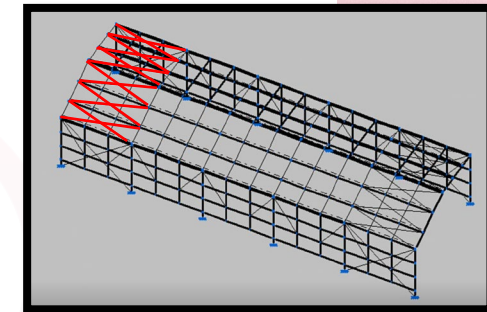
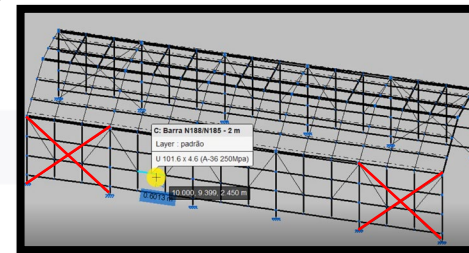
👉 CONTRAVENTAMENTO

1 CONTRAVENTAMENTO

As estruturas em aço geralmente resulta em estruturas muito esbeltas, isso causa grande instabilidade e surpresas até mesmo para o arquiteto em alguns casos.

Mesmo sem a ação do vento a estrutura pode provocar uma deformação fora do plano dos esforços principais, por isso é importante **travar a estrutura** contra o **efeito de flambagem** ou da **própria falta de rigidez estrutural**, para isso deve se fazer os contraventamentos.

1 LOCAIS DE APLICAÇÃO SUGERIDOS



PASSO 27

Assista a aula 67

SEJA BEM-VINDO A

ENGINEER

CYPE3D PROJETO DE GALPÃO



PASSO 28

Assista a aula 69

👉 PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

👉 CARGAS DE TELHAS

TELHA TRAPEZOIDAL 40 - Conforme Norma NBR 14514

Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m ²)	Peso (kg/ml)	I (cm ⁴ /m)	W (cm ³ /m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)											
						1750		2000		2250		2500		2750		3000	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	3,90	3,86	10,4898	3,746	2	176	158	135	106	107	74	86	54	65	41	50	31
					3	176	176	135	135	107	107	86	86	71	71	60	60
					4	220	220	169	169	133	133	108	102	89	77	75	59
0,50	4,56	4,52	12,1631	4,344	2	204	183	156	123	124	86	100	63	75	47	58	36
					3	204	204	156	156	124	124	100	100	83	83	70	70
					4	255	255	195	195	154	154	125	119	103	89	87	69
0,65	5,00	5,94	15,7169	5,613	2	264	236	202	158	160	111	129	81	98	61	75	47
					3	264	264	202	202	160	160	129	129	107	107	90	90
					4	330	330	253	253	200	200	162	153	134	115	112	89

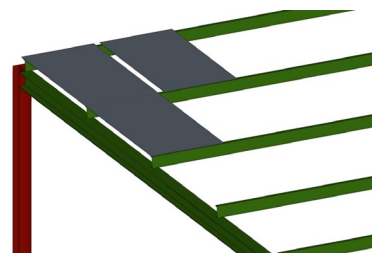
CYPE3D PROJETO DE GALPÃO



PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

CARGAS DE TELHAS

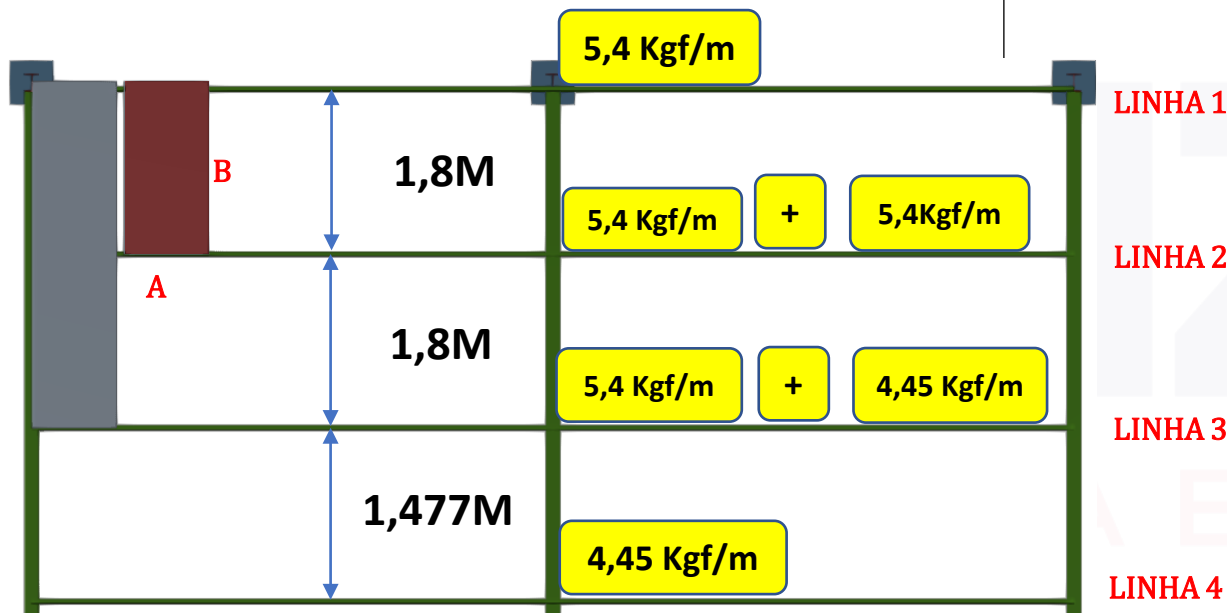
- OPÇÃO 1 – Kgf/m² - CATÁLOGO 6kgf/m² Telha 0,65mm
- OPÇÃO 2 – Kgf/m
- OPÇÃO 3 - Kgf



COMO CALCULAR A CARGA OPÇÃO 2

PASSO 28

Assista a aula 69



LINHA 1 $Q = \frac{6Kgf}{m^2} = \frac{6Kgf}{a * b}$ Esforço desejado na direção A

Se deseja encontrar o esforço na direção A deve se multiplicar por B
Se deseja encontrar o esforço na direção B deve se multiplicar por A

LINHA 3 $Q = \frac{6Kgf}{m^2} * b = \frac{6Kgf}{m^2} * 1,8m = 10,8kgf/m$

LINHA 4 $Q = \frac{6Kgf}{m^2} * b = \frac{6Kgf}{m^2} * 1,477m = 8,9kgf/m$

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR ENGINEER

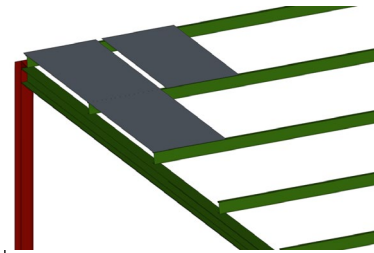
CYPE3D PROJETO DE GALPÃO



PARAMETRIZAÇÃO DE SOFTWARE

CARGAS DE TELHAS

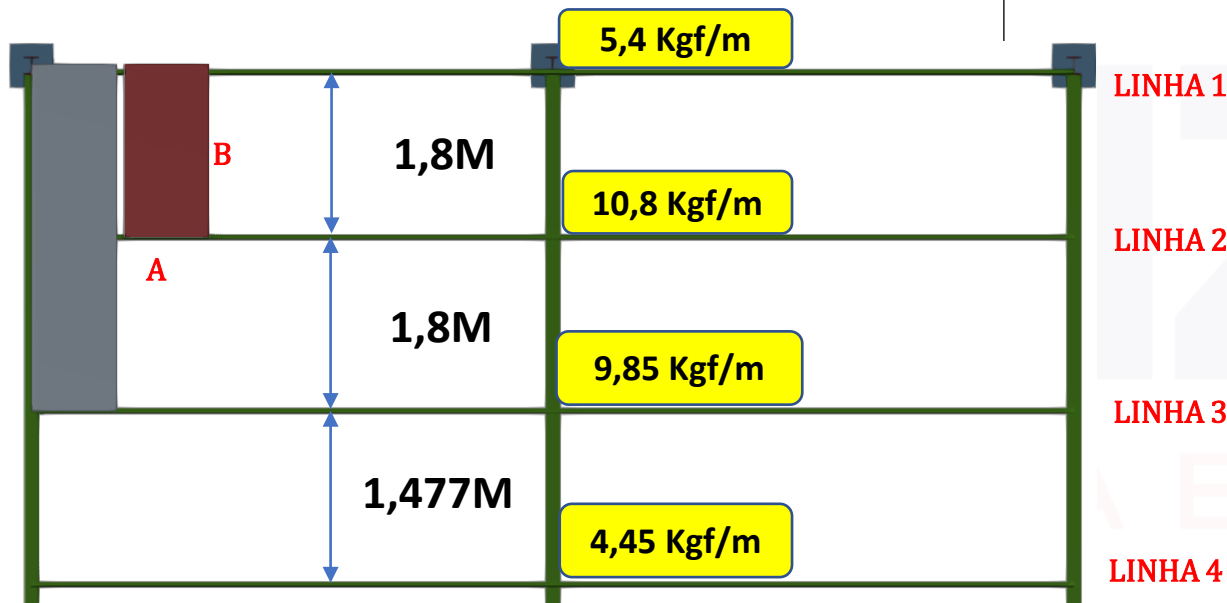
- OPÇÃO 1 – Kgf/m² - CATÁLOGO 6kg/m² Telha 0,65mm
- OPÇÃO 2 – Kgf/m
- OPÇÃO 3 - Kgf



COMO CALCULAR A CARGA OPÇÃO 2

PASSO 28

Assista a aula 69



LINHA 1 $Q = \frac{6Kgf}{m^2} = \frac{6Kgf}{a * b}$ Esforço desejado na direção A

ÁREA

Se deseja encontrar o esforço na direção A deve se multiplicar por B

Se deseja encontrar o esforço na direção B deve se multiplicar por A

$$Q = \frac{6Kgf}{m^2} * b = \frac{6Kgf}{m^2} * 1,8m = 12kgf/m$$

$$Q = \frac{6Kgf}{m^2} * b = \frac{6Kgf}{m^2} * 1,477m = 8,9kgf/m$$

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR ENGINEER

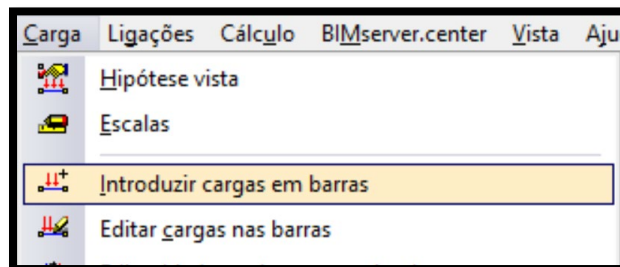
PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

INTRODUZIR CARGAS DE TELHA EM TERÇAS E TRAVESSAS

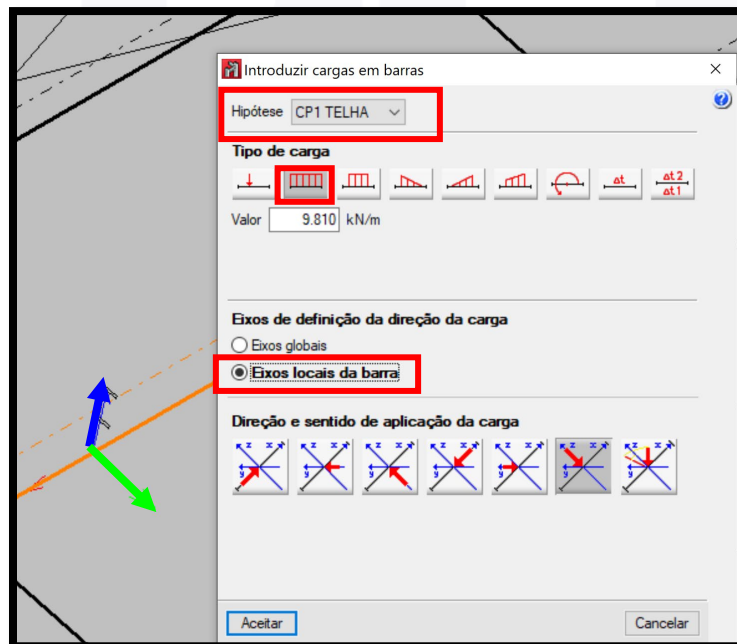
PASSO 29

Assista a aula 69

1 CARGA>INTRODUZIR PANOS



2 CONFIGURE OS DADOS



PARA DEFINIR O SENTIDO DE APLICAÇÃO ANALISE O EIXO LOCAL, SE VOCÊ QUER A CARGA NO SENTIDO DA SETA O SENTIDO ENTÃO É POSITIVO, CASO CONTRÁRIO O SENTIDO É NEGATIVO

ESCOLHA AS HIPÓTESES CORRETAMENTE

PARAMETRIZAÇÃO DO SOFTWARE

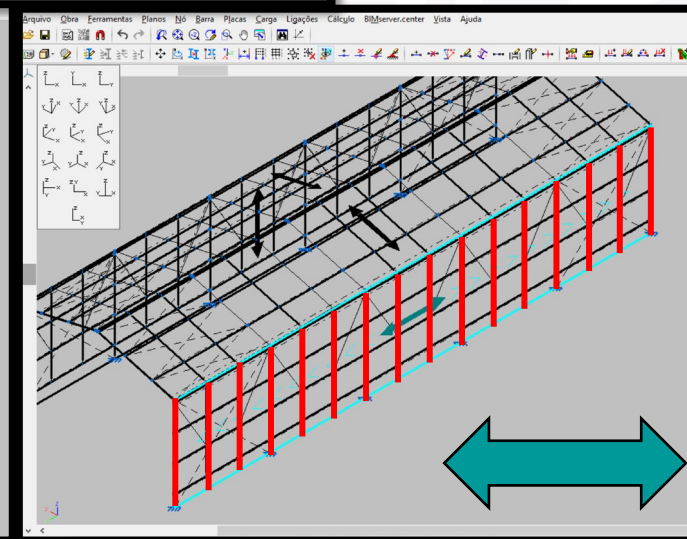
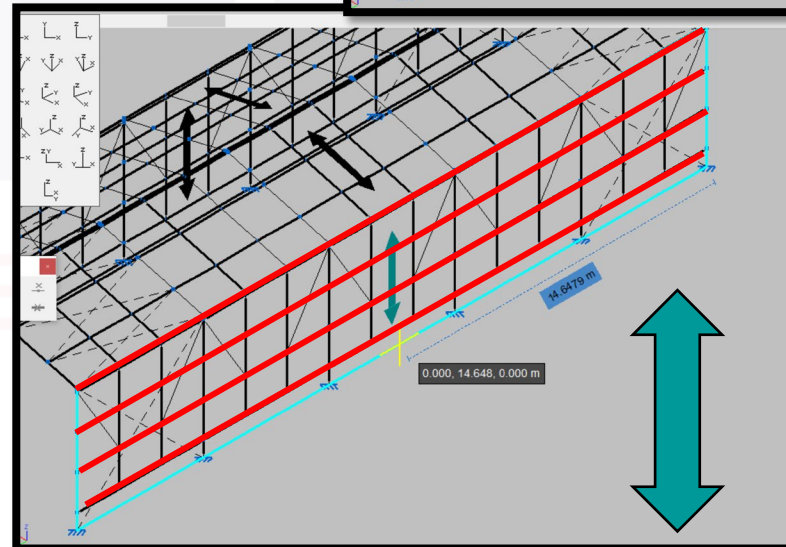
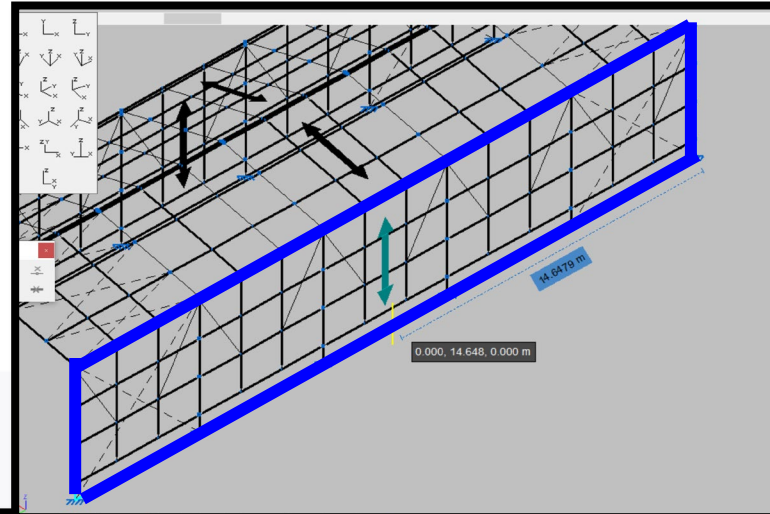
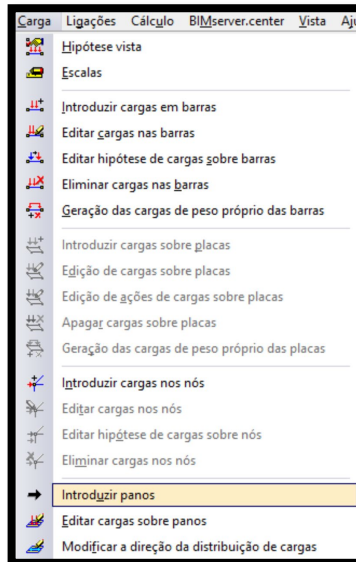
INTRODUZIR PLANOS DE CARGA PARA VENTO

PASSO 30

Assista a aula 70

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
1st ENGINEER

1 CARGA>INTRODUZIR PANOS



2

ESCOLHA UMA DIREÇÃO QUE DESEJA DISTRIBUIR AS CARGAS, COMO AS TRAVESSAS SÃO AS PRIMEIRAS A RECEBER A CARGA DO VENTO OPTAREMOS PELA PRIMEIRA OPÇÃO

CYPE3D PROJETO DE GALPÃO

www.benzor.com.br

www.benzor.com.br



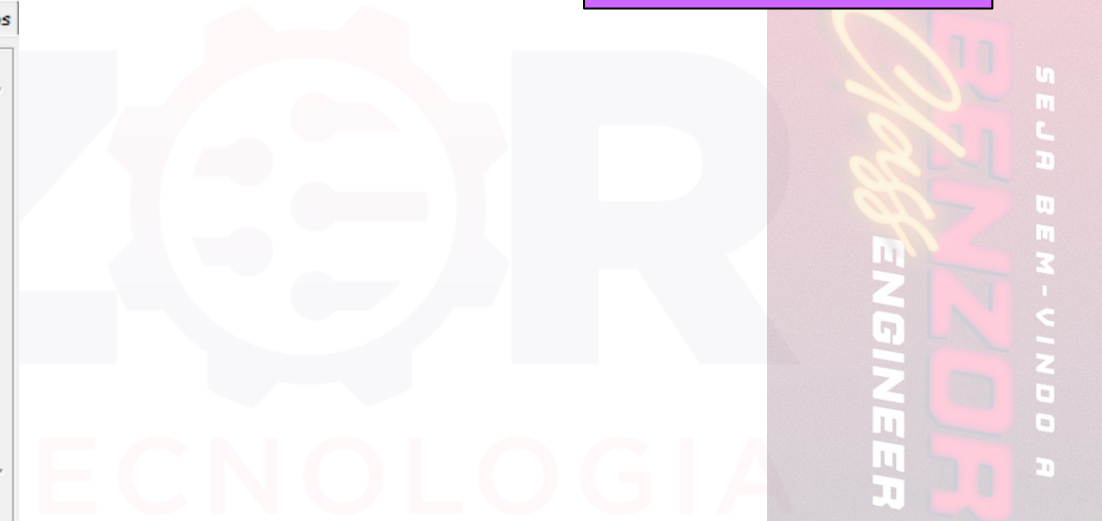
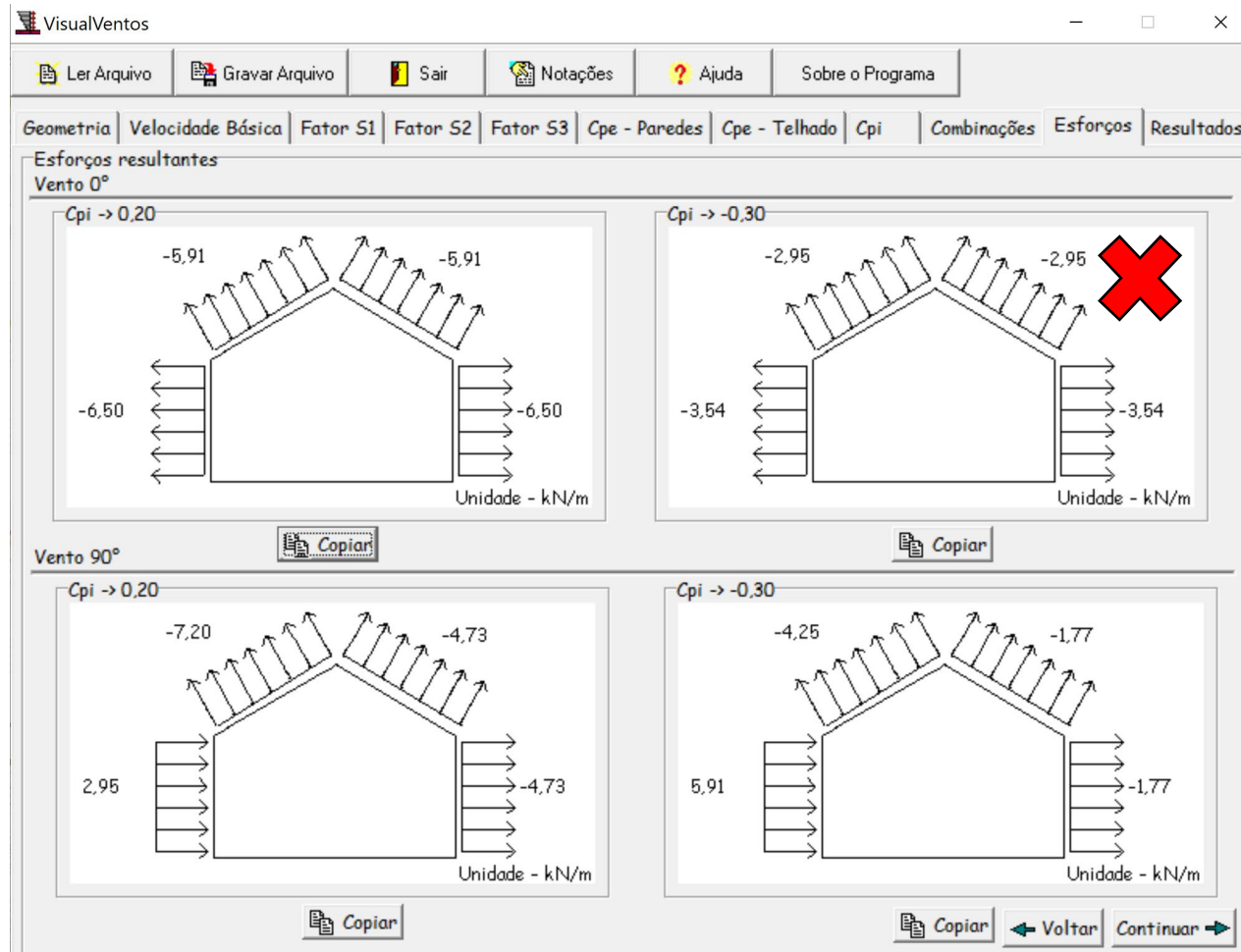
CARGA DE VENTOS

COMO CALCULAR A CARGA VENTOS

PASSO 30

Assista a aula 70

RESUMO DA CARGA DA TELHA DE TODAS AS LINHAS ANALISADAS



CARGA DE VENTOS

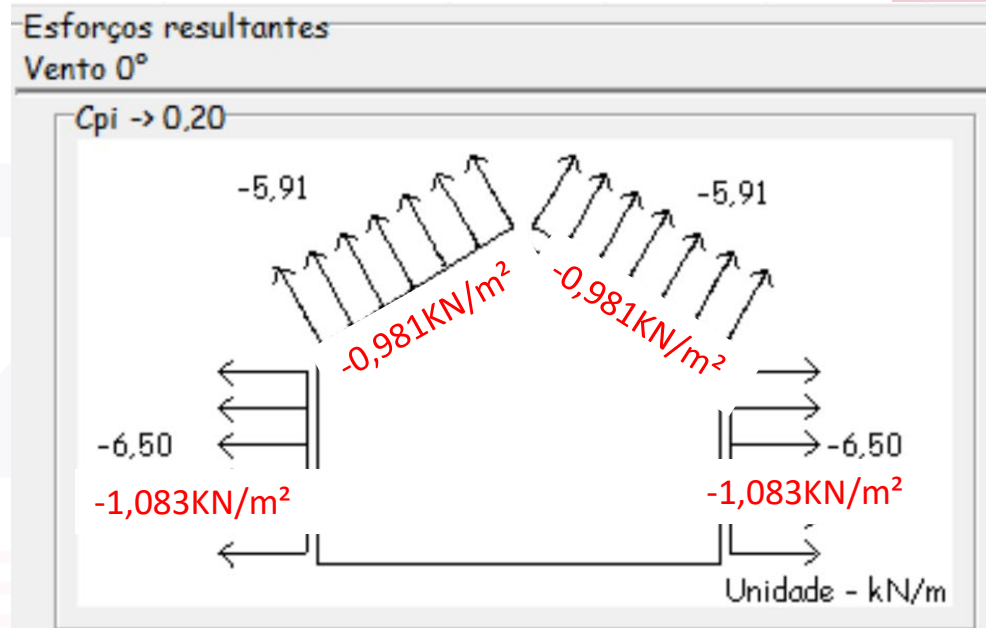
COMO CALCULAR A CARGA VENTOS

RESUMO DA CARGA DA TELHA DE TODAS AS LINHAS ANALISADAS

$$q = ql / l$$

Geometria	Velocidade Básica	Fator S1	Fator S2	Fator S3	Cpe - Paredes	Cpe - Telhado	Cpi	Combinações	Esforços	Resultados	
Dimensões											
Medidas											
b	10	m	a	30	m	h	6	m	Distância entre pórticos		
b1	5,00	m	a1	7,50	m	β	14,04	°	p	6	m
a2	7,50	m	h1	1,25	m						
<input type="button" value="Confirmar"/>											

VENTO 0° – Cpi 0,20



PASSO 30

Assista a aula 70

CARGA DE VENTOS

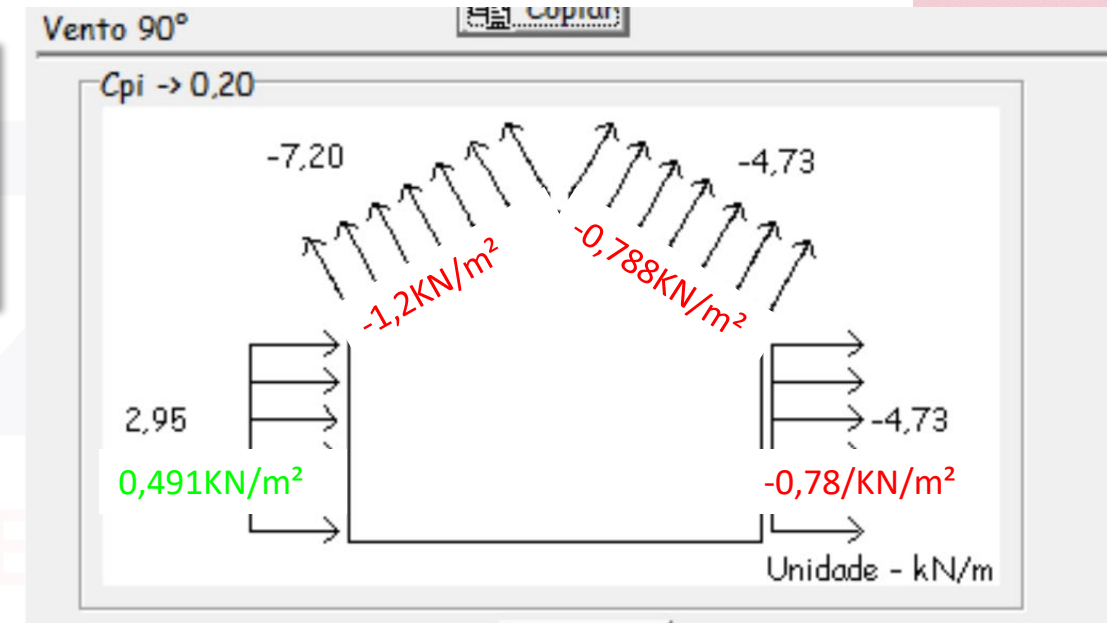
COMO CALCULAR A CARGA VENTOS

RESUMO DA CARGA DA TELHA DE TODAS AS LINHAS ANALISADAS

$$q = ql / l$$

Geometria	Velocidade Básica	Fator S1	Fator S2	Fator S3	Cpe - Paredes	Cpe - Telhado	Cpi	Combinações	Esforços	Resultados
Dimensões										
Medidas										
b	10	m	a	30	m	h	6	m	Distância entre pórticos	
b1	5,00	m	a1	7,50	m	p	6	m		
a2	7,50	m	β	14,04	°	h1	1,25	m	Confirmar	

VENTO 90° – Cpi 0,20



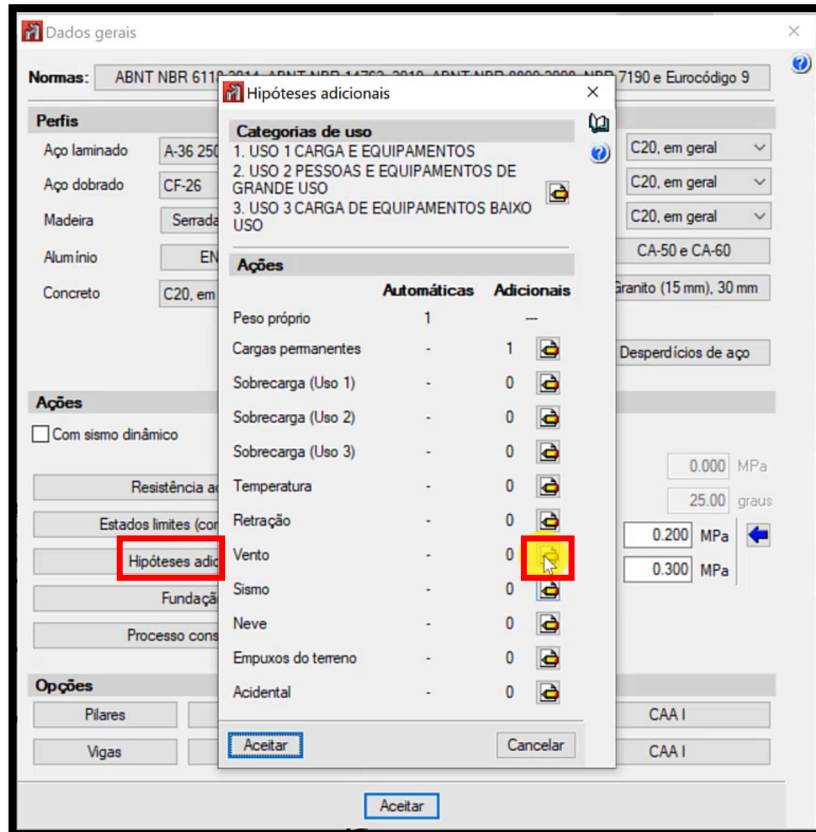
PASSO 30

Assista a aula 70

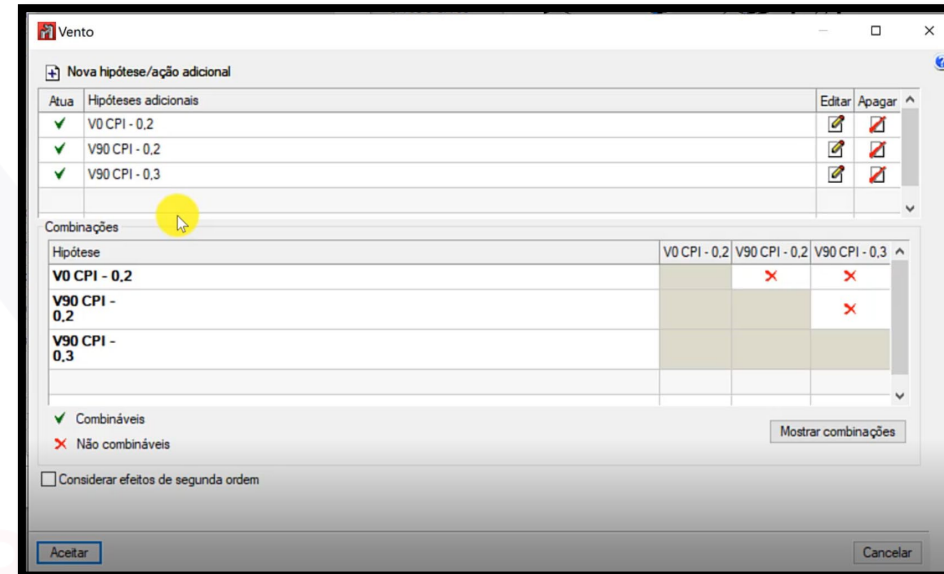
 CARGA DE VENTOS

 CRIE HIPÓTESES DE CARREGAMENTO

1 DADOS GERAIS>HIPOTESES ADICIONAIS



2 CRIE AS HIPÓTESES NECESSÁRIAS



Crie as hipóteses de carregamento conforme as necessidades do seu projeto

PASSO 31

Assista a aula 70

CYPE3D PROJETO DE GALPÃO

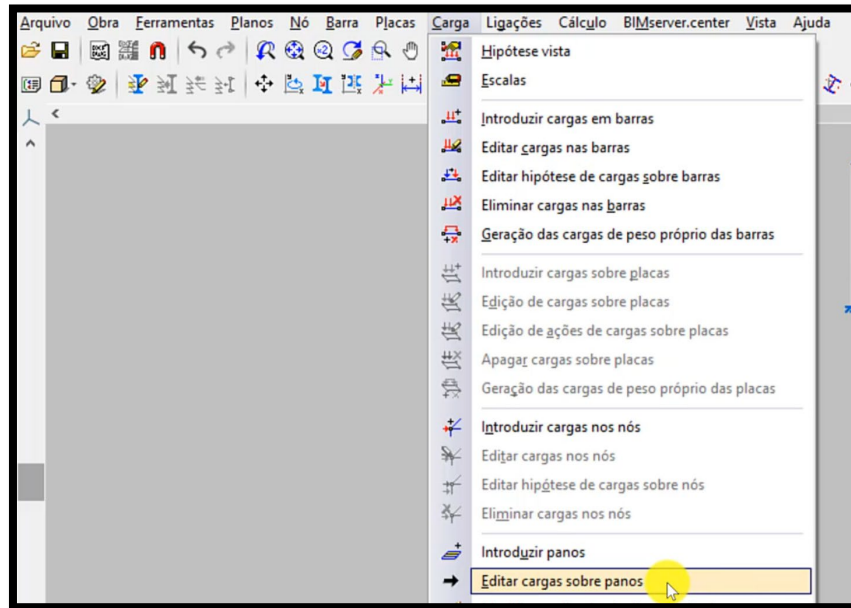
www.benzor.com.br



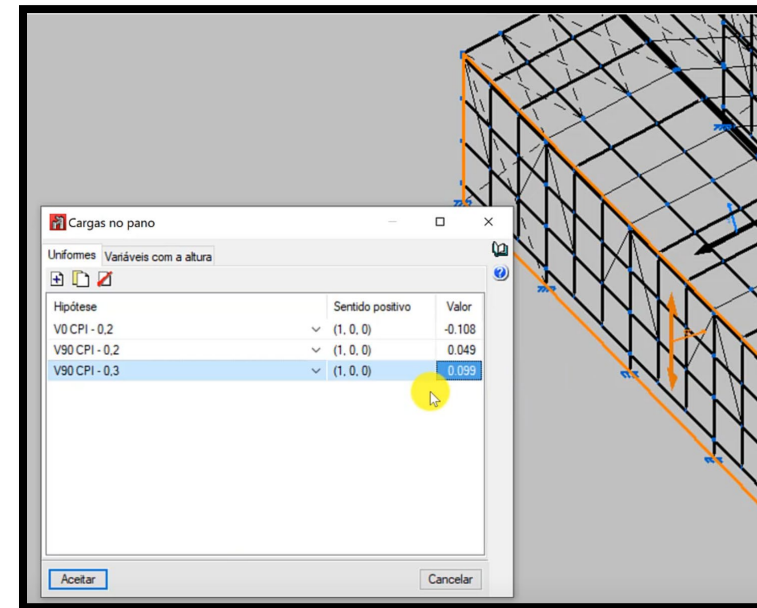
CARGA DE VENTOS

APLIQUE AS CARGAS DE VENTO

1 CARGA>INTRODUZIR CARGA EM PANOS



2 CONFIGURE AS CARGA PARA O PANOS SELECIONADO



FAÇA ISSO EM
TODOS OS
PANOS

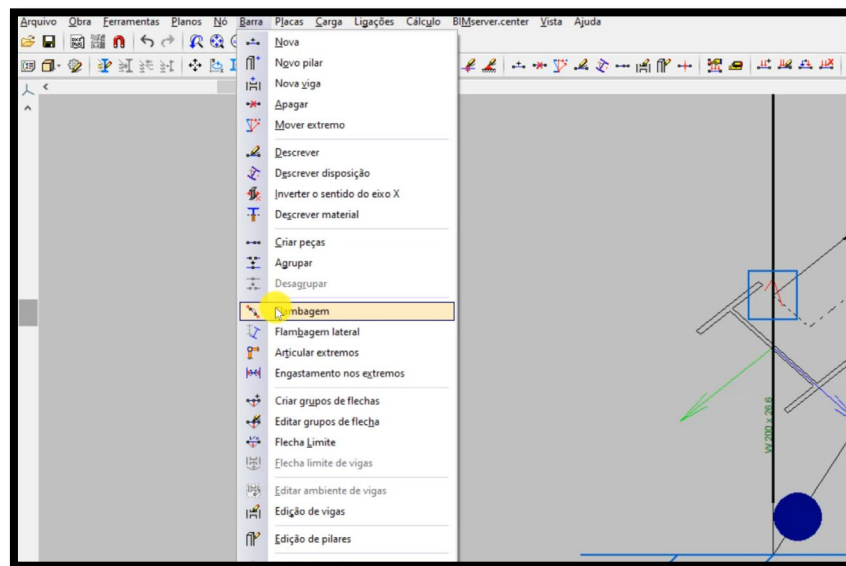
PASSO 32

Assista a aula 70

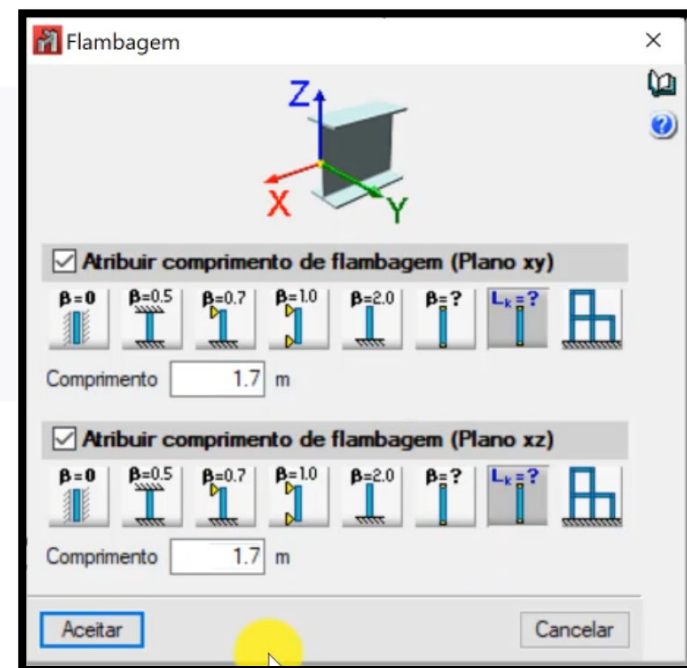
👉 CONFIGURANDO O PROJETO

👉 FLAMBAGEM

1 BARRA>FLAMBAGEM



2 CONFIGURE O VALOR DE BETA OU LK (COMPRIMENTO DESTRAVADO)



Existem várias opções de configuração, se uma situação de montagem gera dúvidas se é perfeitamente, engastada, bi apoiada ou balanço, o melhor caminho a seguir é definir o LK. O software apresenta uma solução de cálculo automática na qual nós não recomendamos o uso nesse momento, dúvidas assista a aula 72.

PASSO 33

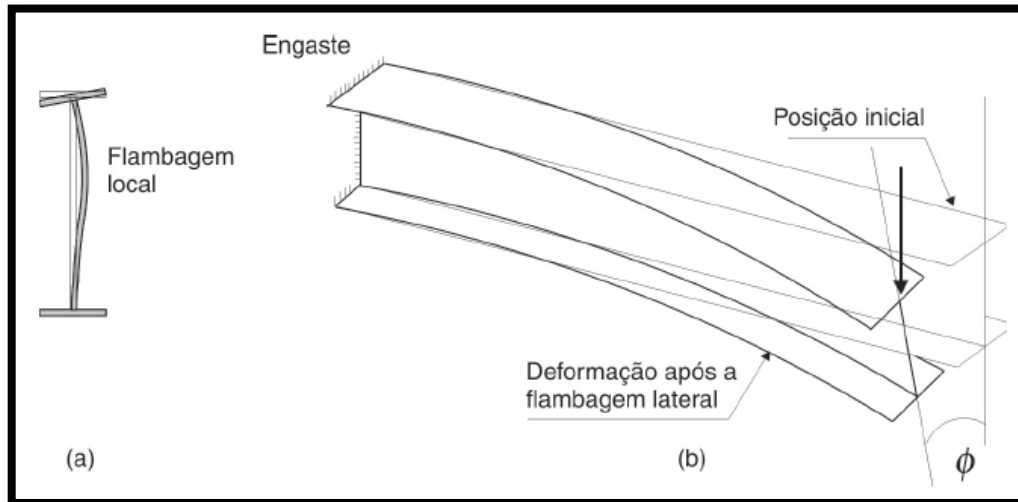
Assista a aula 72

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
CLASS ENGINEER

👉 CONFIGURANDO O PROJETO

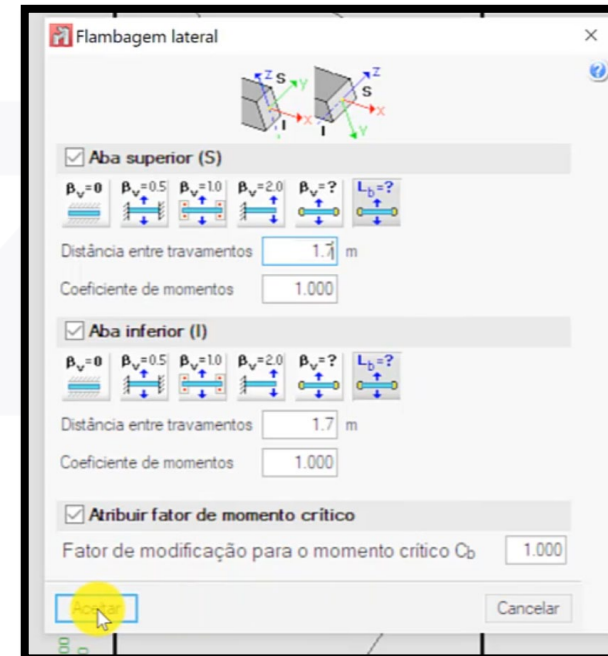
👉 FLAMBAGEM LATERAL

ANÁLISE IMPORTANTE



Os tipos de de seções transversais mais adequados para o trabalho à flexão são aqueles com maior inércia no plano de flexão, isto é, com áreas mais afastadas o eixo neutro

1 BARRA>FLAMBAGEM LATERAL



PASSO 34

Assista a aula 73

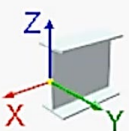
Configure como está a contenção lateral, se você não consegue definir/ enquadrar a barra perfeitamente em uma das situações onde Beta é catalogado, configure informando o valor de LB que é o comprimento livre destravado. Na imagem a esquerda ela é claramente $B_v = 2,0$ na mesa superior e inferior

CONFIGURANDO O PROJETO

FLECHA LIMITE

1 BARRA>FLECHA LIMITE

Flecha Limite (N131/N130)



Flecha máxima absoluta xy

Flecha máxima absoluta xz

Flecha ativa absoluta xy

Flecha ativa absoluta xz

Flecha máxima relativa xy

L / 250
 L / 300
 L / 400
 L / 500
 L / ?

Flecha máxima relativa xz

L / 250
 L / 300
 L / 400
 L / 500
 L / ?

Flecha ativa relativa xy

Flecha ativa relativa xz

Tabela C.1 — Deslocamentos máximos

Descrição	δ^a
- Travessas de fechamento	$L/180^b$
	$L/120^{c,d}$
- Terças de cobertura ^{g)}	$L/180^e$
	$L/120^f$
- Vigas de cobertura ^{g)}	$L/250^h$
- Vigas de piso	$L/350^h$
- Vigas que suportam pilares	$L/500^h$
Vigas de rolamento: ^{l)}	
- Deslocamento vertical para pontes rolantes com capacidade nominal inferior a 200 kN	$L/600^i$
- Deslocamento vertical para pontes rolantes com capacidade nominal igual ou superior a 200 kN, exceto pontes siderúrgicas	$L/800^i$
- Deslocamento vertical para pontes rolantes siderúrgicas com capacidade nominal igual ou superior a 200 kN	$L/1000^i$
- Deslocamento horizontal, exceto para pontes rolantes siderúrgicas	$L/400$
- Deslocamento horizontal para pontes rolantes siderúrgicas	$L/600$
Galpões em geral e edifícios de um pavimento:	
- Deslocamento horizontal do topo dos pilares em relação à base	$H/300$
- Deslocamento horizontal do nível da viga de rolamento em relação à base	$H/400^{k,l}$
Edifícios de dois ou mais pavimentos:	
- Deslocamento horizontal do topo dos pilares em relação à base	$H/400$
- Deslocamento horizontal relativo entre dois pisos consecutivos	$h/500^m$
Lajes mistas	Ver Anexo Q

^a L é o vão teórico entre apoios ou o dobro do comprimento teórico do balanço, H é a altura total do pilar (distância do topo à base) ou a distância do nível da viga de rolamento à base, h é a altura do andar (distância entre centros das vigas de dois pisos consecutivos ou entre centros das vigas e a base no caso do primeiro andar).
^b Deslocamento paralelo ao plano do fechamento (entre linhas de tirantes, caso estes existam).
^c Deslocamento perpendicular ao plano do fechamento.
^d Considerar apenas as ações variáveis perpendiculares ao plano de fechamento (vento no fechamento) com seu valor característico.
^e Considerar combinações raras de serviço, utilizando-se as ações variáveis de mesmo sentido que o da ação permanente.
^f Considerar apenas as ações variáveis de sentido oposto ao da ação permanente (vento de sucção) com seu valor característico.
^g Deve-se também evitar a ocorrência de empoçamento, com atenção especial aos telhados de pequena declividade.
^h Caso haja paredes de alvenaria sobre ou sob uma viga, solidarizadas com essa viga, o deslocamento vertical também não deve exceder a 15 mm.
ⁱ Valor não majorado pelo coeficiente de impacto.
^j Considerar combinações raras de serviço.
^k No caso de pontes rolantes siderúrgicas, o deslocamento também não pode ser superior a 50 mm.
^l O diferencial do deslocamento horizontal entre pilares do pórtico que suportam as vigas de rolamento não pode superar 15 mm.
^m Tomar apenas o deslocamento provocado pelas forças cortantes no andar considerado, desprezando-se os deslocamentos de corpo rígido provocados pelas deformações axiais dos pilares e vigas.

TABELA C1 – NBR 8800

PASSO 35

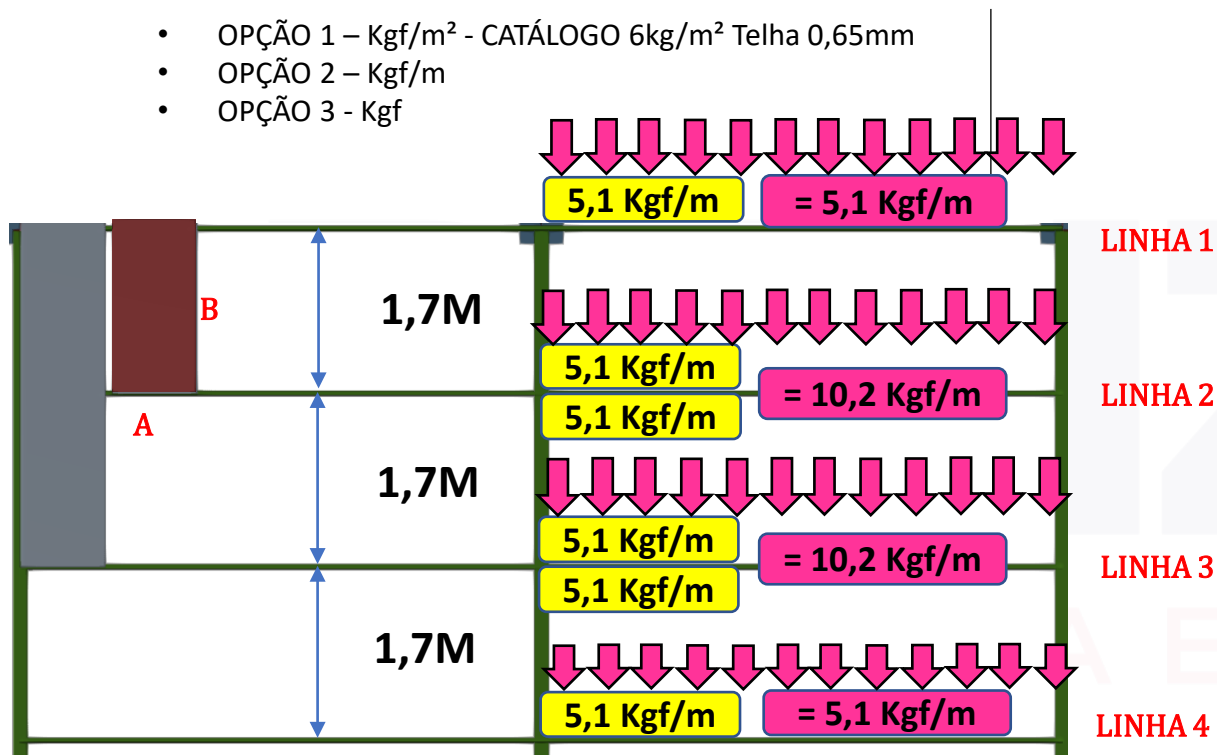
Assista a aula 74

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
 Engenharia
 ENGINEER

PARAMETRIZAÇÃO DE SOFTWARE

CARGAS DE TELHAS NO FECHAMENTO

- OPÇÃO 1 – Kgf/m² - CATÁLOGO 6kg/m² Telha 0,65mm
- OPÇÃO 2 – Kgf/m
- OPÇÃO 3 - Kgf



COMO CALCULAR A CARGA

PASSO 36

Assista a aula 75

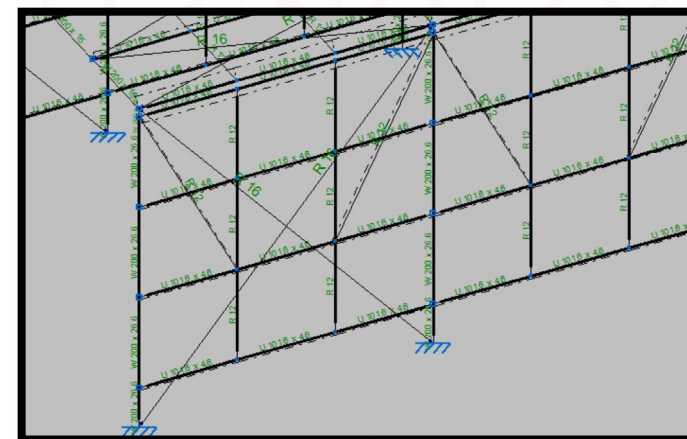
LINHA 1 $Q = \frac{6Kgf}{m^2} = \frac{6Kgf}{a * b}$ Esforço desejado na direção A

ÁREA

Se deseja encontrar o esforço na direção A deve se multiplicar por B

Se deseja encontrar o esforço na direção B deve se multiplicar por A

$$Q = \frac{6Kgf}{m^2} * b = \frac{6Kgf}{m^2} * 1,7m = 10,2kgf/m$$



PARAMETRIZAÇÃO DE SOFTWARE

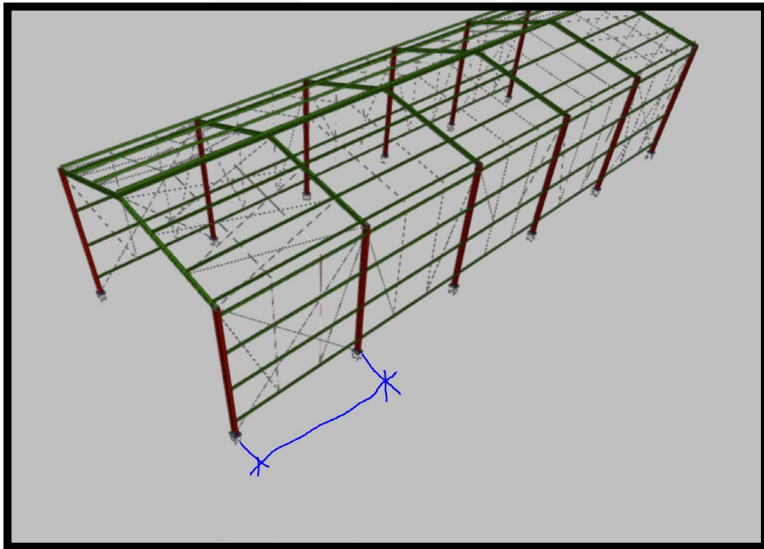
CARGA ACIDENTAL SOBRECARGA 0,25KN/M²

A Norma NBR 8800 exige que seja aplicado em sua estrutura uma carga acidental de 0,25 KN/m², e é uma carga considerável, por isso quando uma estrutura entra em colapso é porque algo de muito grave ocorreu.

E como ela deve ser aplicada?

Basta você pegar a carga de 0,25KN/m² e multiplicar pela distancia entre pórticos

No caso ficaria então 0,25KN/m² * 6m = 1,50KN/m

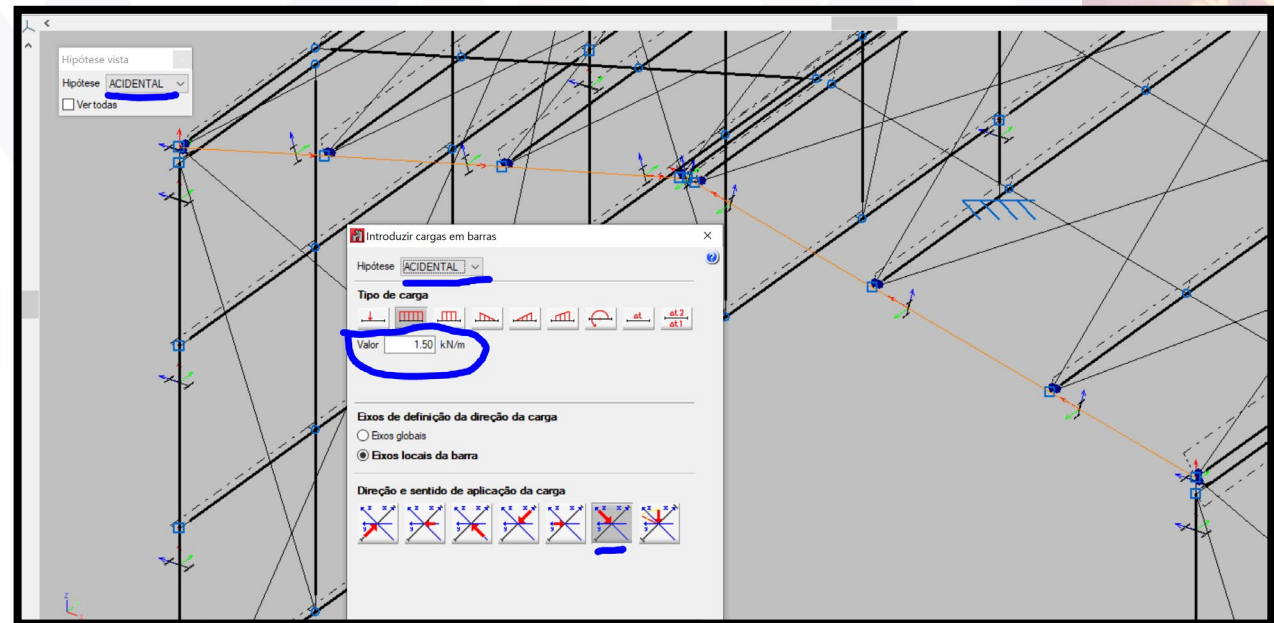


Como aplicar a carga?

Simple:

Aplice uma carga linear ao longo da viga do seu pórtico (Em **todos os pórticos** ok)

Veja abaixo (É necessário criar uma hipótese de carga acidental antes ACIDENTAL):



PASSO 37

CYPE3D ERROS

COD:BZ001

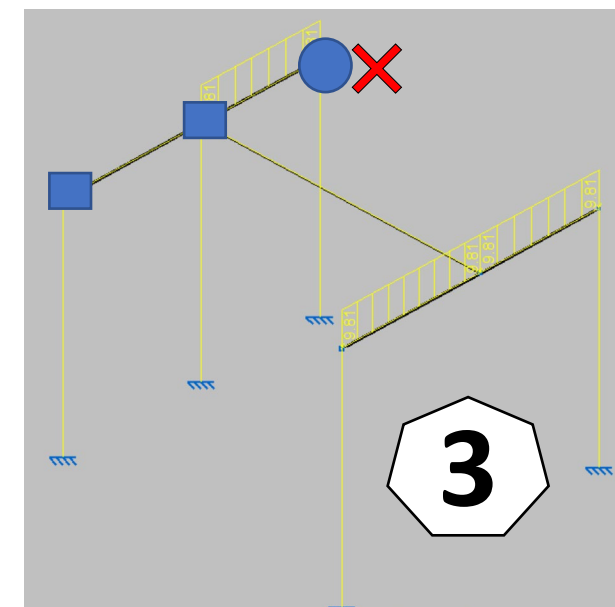
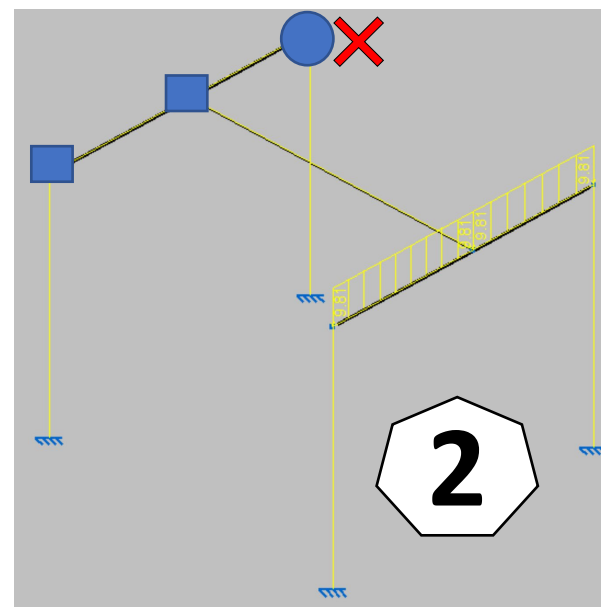
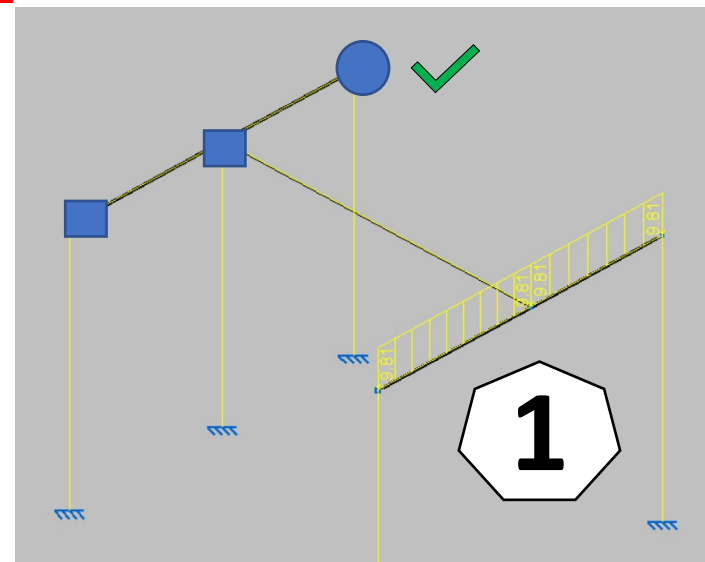
Existem momentos torsores e fletores no extremo da peça que não permitem aplicar uma ligação articulada.

CAUSA: Você tem uma ligação gerada em um nó articulado mas que está sofrendo um momento resultante alto não compatível com uma ligação articulada.

SOLUÇÃO: Mudar para NÓ engastado ou fazer uma contenção para reduzir o momento no NÓ

NOTAS:

- 1 – Maiores chances de sucesso porque o momento no nó articulado é somente o do peso próprio
- 2 – Foi retirado o Pilar que estava conectado no engastado, com isso aumento o momento no nó articulado e irá falhar
- 3 – Foi inserido mais carga na barra conectada no nó articulado, irá falhar



CYPE3D ERROS

COD:BZ002

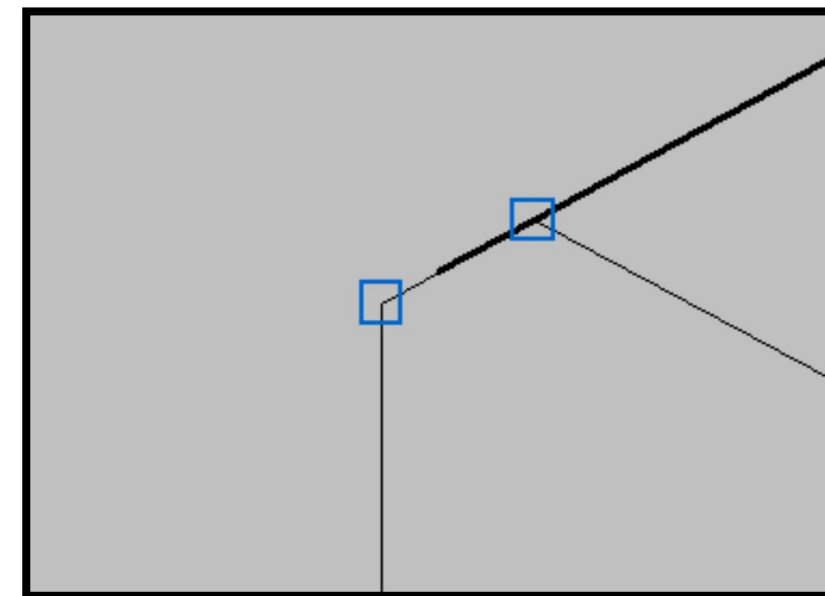
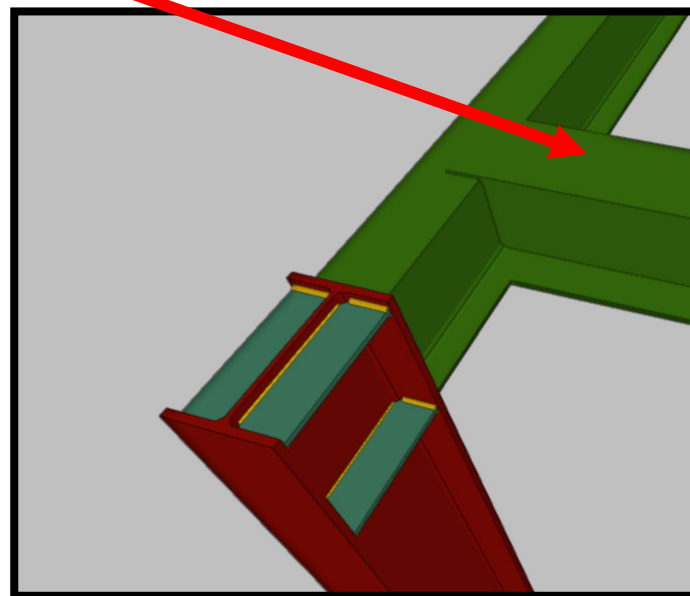
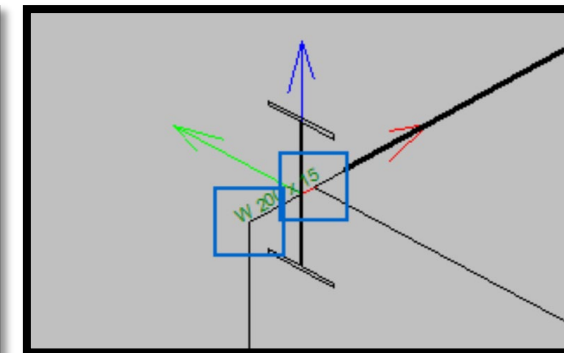
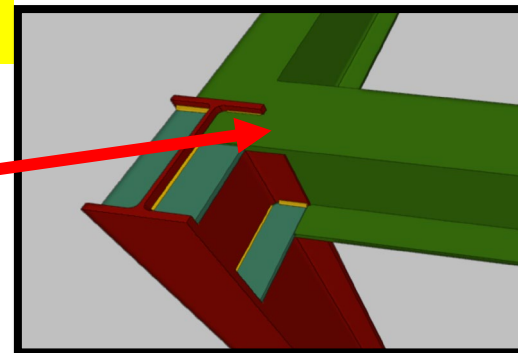
Para esta peça não foi levado em conta o comprimento indeformável no nó, pois tem valor maior ou igual ao comprimento de alguma das barras da peça.

CAUSA: NÓS muito próximos do outro, um nó está dentro de uma outra ligação (como se um nó tivesse invadindo o espaço do outro)

SOLUÇÃO: Tire o nó da zona indeformável

Dúvida?

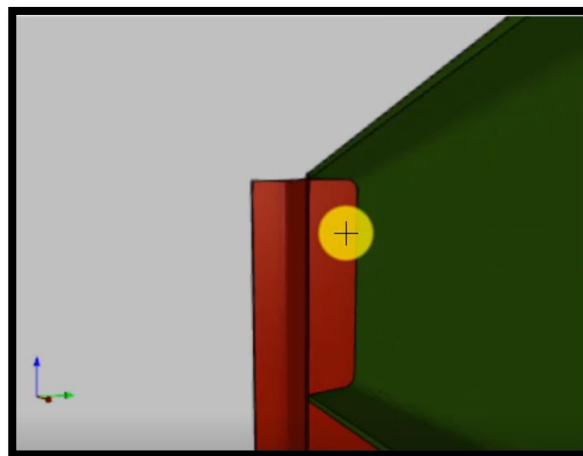
Assista aula 64



COD:BZ003

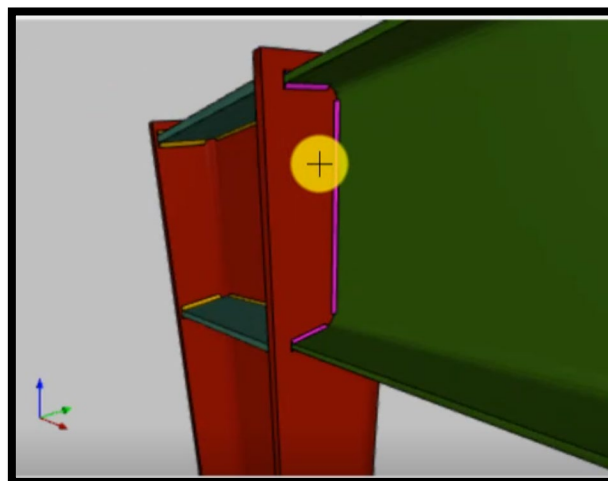
Devido às dimensões dos perfis utilizados, o comprimento efetivo do cordão de solda resultante entre o enrijecedor e a mesa é inferior ao valor mínimo admissível. É possível que aumentando a largura da mesa (para que o espaço disponível seja maior) o cordão de solda possa ser dimensionado corretamente.

CAUSA: Não tem espaço físico para que exista o cordão de solda necessário



SOLUÇÃO aumente a largura da mesa do pilar ou reduza a mesa da viga

Trocar perfil, deslocar viga para baixo ou mudar para articulado

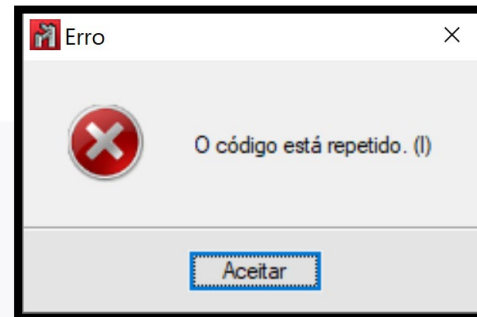


COD:BZ004

O código está repetido

CAUSA: A referencia do perfil está igual a outro perfil

SOLUÇÃO Dê um duplo clique e renomeie para mantê-los diferentes



COD:BZ005

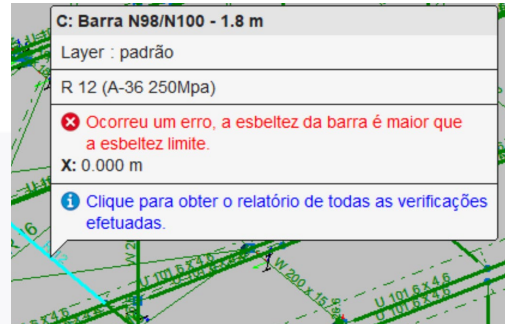
Ocorreu um erro, a esbeltez da barra é maior que a esbeltez limite

CAUSA: Sua peça está sendo reprovada por ultrapassar o limite de esbeltez ≤ 200

SOLUÇÃO 1 Se seu perfil trabalha a tração e será montado com um pré esforço, vá em barra flambagem e mude beta para 0

SOLUÇÃO 2 Se seu perfil trabalha a tração e será montado sem pré esforço, o esbeltez deve ser ≤ 300 (não zere a flambagem) e Beta 0,5 ou 1. O erro permanecerá mas estará aprovado desde que atenda os 300 . Será um falso negativo

SOLUÇÃO 3 Se seu perfil sofre a compressão e objetivo da barra não é trabalhar como tracionada você precisa realmente aumentar a inércia ou diminuir o comprimento livre sem contenção lateral.



Dúvida?

Assista aula 71

Limitação do índice de esbeltez (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.3.4)
O índice de esbeltez das barras comprimidas, tomado como o maior relação entre o comprimento de flambagem e o raio de giração, não deve ser superior a 200.

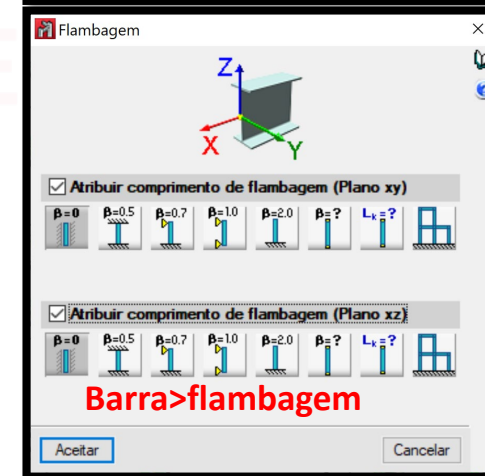
$$\lambda \leq 200$$

Onde:
 λ : Índice de esbeltez.

$$\lambda = \frac{K \cdot L}{r}$$

Sendo:
 $K \cdot L$: Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo X.
 $K \cdot L$: Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.
 r_x, r_y : Raios de giração em relação aos eixos principais X, Y, respectivamente.

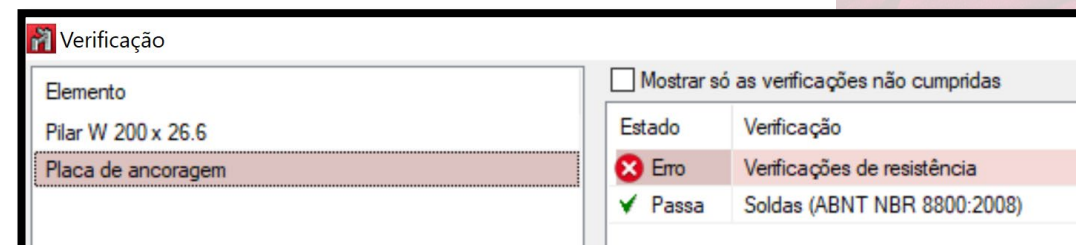
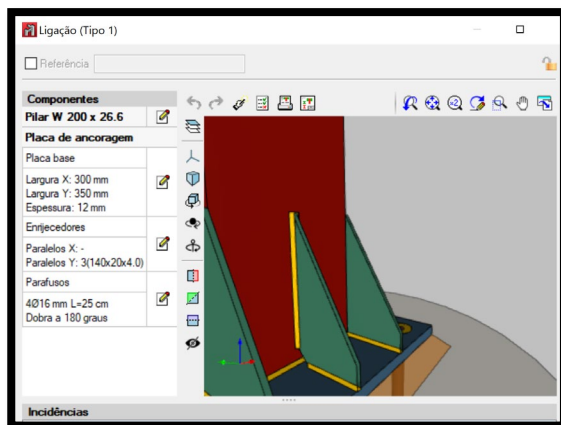
5.2.8 Limitação do índice de esbeltez
5.2.8.1 Recomenda-se que o índice de esbeltez das barras tracionadas, tomado como a maior relação entre o comprimento destravado e o raio de giração correspondente (L/r), excetuando-se tirantes de barras redondas pré-tensionadas ou outras barras que tenham sido montadas com pré-tensão, não supere 300 (ver 5.2.8.3).



COD:BZ006

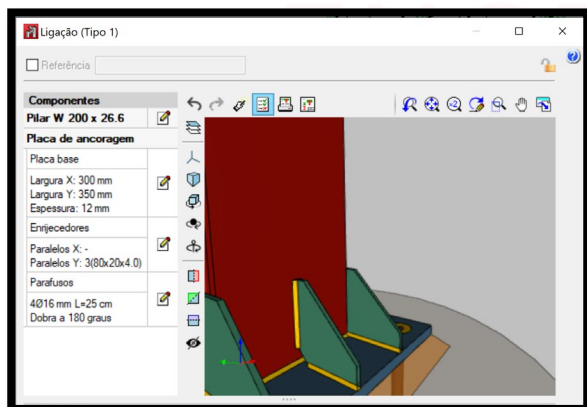
Esbeltez dos enrijecedores da placa base não passam

CAUSA: Enrijecedor muito alto/esbelto – Esbeltez baixa



Verificação	Valores	Estado
Verificações de resistência		
Referência:		
-Placa base: Largura X: 300 mm Largura Y: 350 mm Espessura: 12 mm		
-Parafusos: 4Ø16 mm L=25 cm Dobra a 180 graus		
-Disposição: Posição X: Centrada Posição Y: Centrada		
-Enrijecedores: Paralelos X: - Paralelos Y: 3(140x20x4.0)		
Distância mínima entre chumbadores: <i>3 diâmetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 237 mm	Passa
Distância mínima chumbador-borda: <i>2 diâmetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 32 mm	Passa
Esbeltez dos enrijecedores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 68.1	Não passa

SOLUÇÃO 1 Dê corpo estrutural, reduza a altura ou aumente a espessura

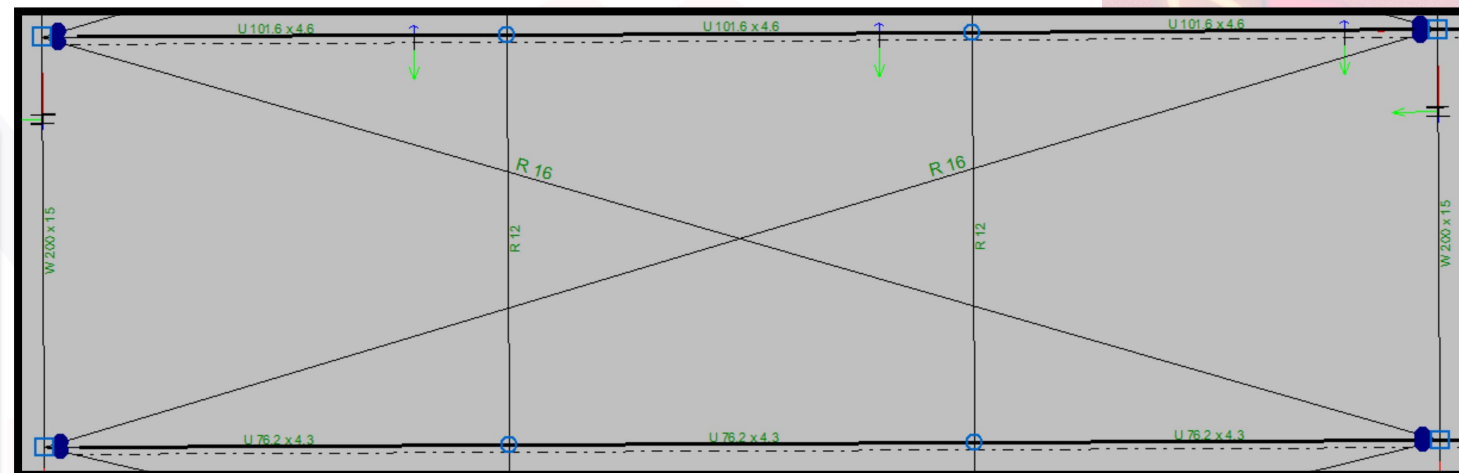
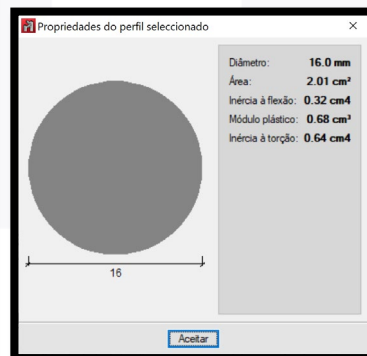
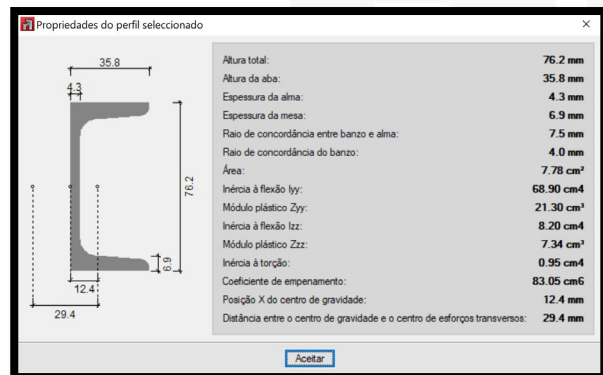
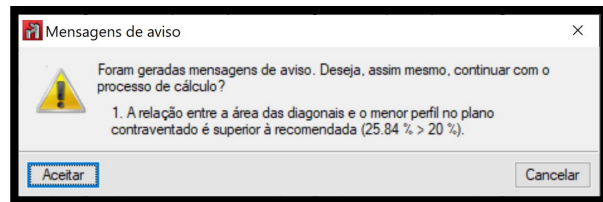


Verificação	Valores	Estado
Verificações de resistência		
Referência:		
-Placa base: Largura X: 300 mm Largura Y: 350 mm Espessura: 12 mm		
-Parafusos: 4Ø16 mm L=25 cm Dobra a 180 graus		
-Disposição: Posição X: Centrada Posição Y: Centrada		
-Enrijecedores: Paralelos X: - Paralelos Y: 3(80x20x4.0)		
Distância mínima entre chumbadores: <i>3 diâmetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 237 mm	Passa
Distância mínima chumbador-borda: <i>2 diâmetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 32 mm	Passa
Esbeltez dos enrijecedores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.5	Passa

COD:BZ007

A relação entre a área das diagonais e o menor perfil contraventado é superior à recomendada

CAUSA: Área da menor barra está acima de 20% das demais no plano contraventado



$$\text{RELAÇÃO DE ÁREA} = \frac{\text{ÁREA TRANSVERSAL DA BARRA DE CONTRAVENTAMENTO}}{\text{ÁREA DA BARRA DE MENOR ÁREA NO PLANO CONTRAVENTADO}}$$

$$\text{RELAÇÃO DE ÁREA} = \frac{2,01\text{cm}^2}{7,78\text{cm}^2} = 25,84\%$$

SOLUÇÃO 1: Aumentar área da menor barra ou reduzir área da barra de contraventamento (resultado tem que ser menor que 20%)

CYPE3D PROJETO DE GALPÃO

www.benzor.com.br

www.benzor.com.br



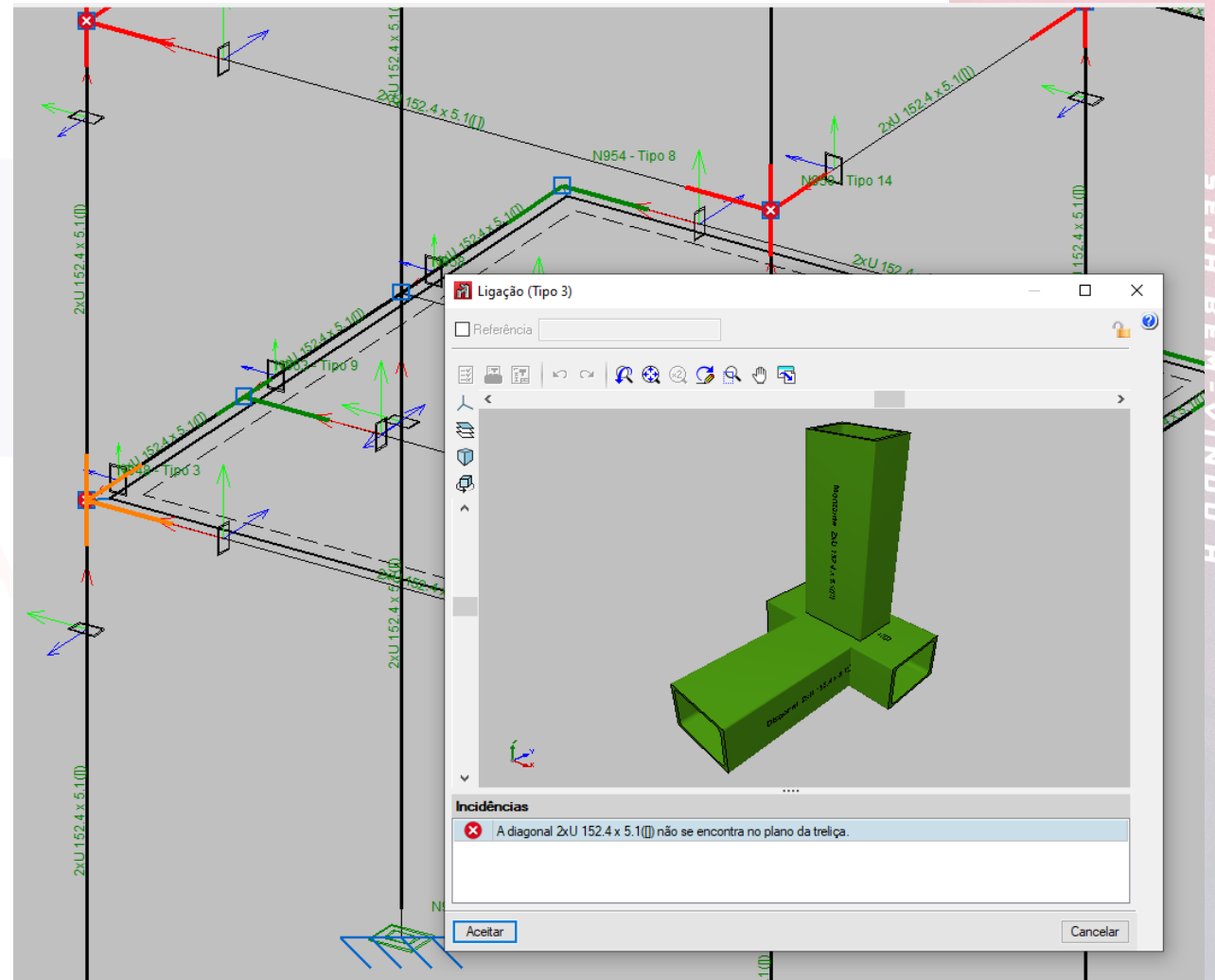
COD:BZ008

A diagonal XXXXX não se encontra no plano da treliça

CAUSA: Área da menor barra está acima de 20% das demais no plano contraventado

SOLUÇÃO 1: Calcule a ligação manualmente conforme o treinamento do cálculo estrutural NV 0

BEN
ENGENHARIA



SEJA BEM-VINDO A

PROJETO DE ESTRUTURAS TRELIÇADAS

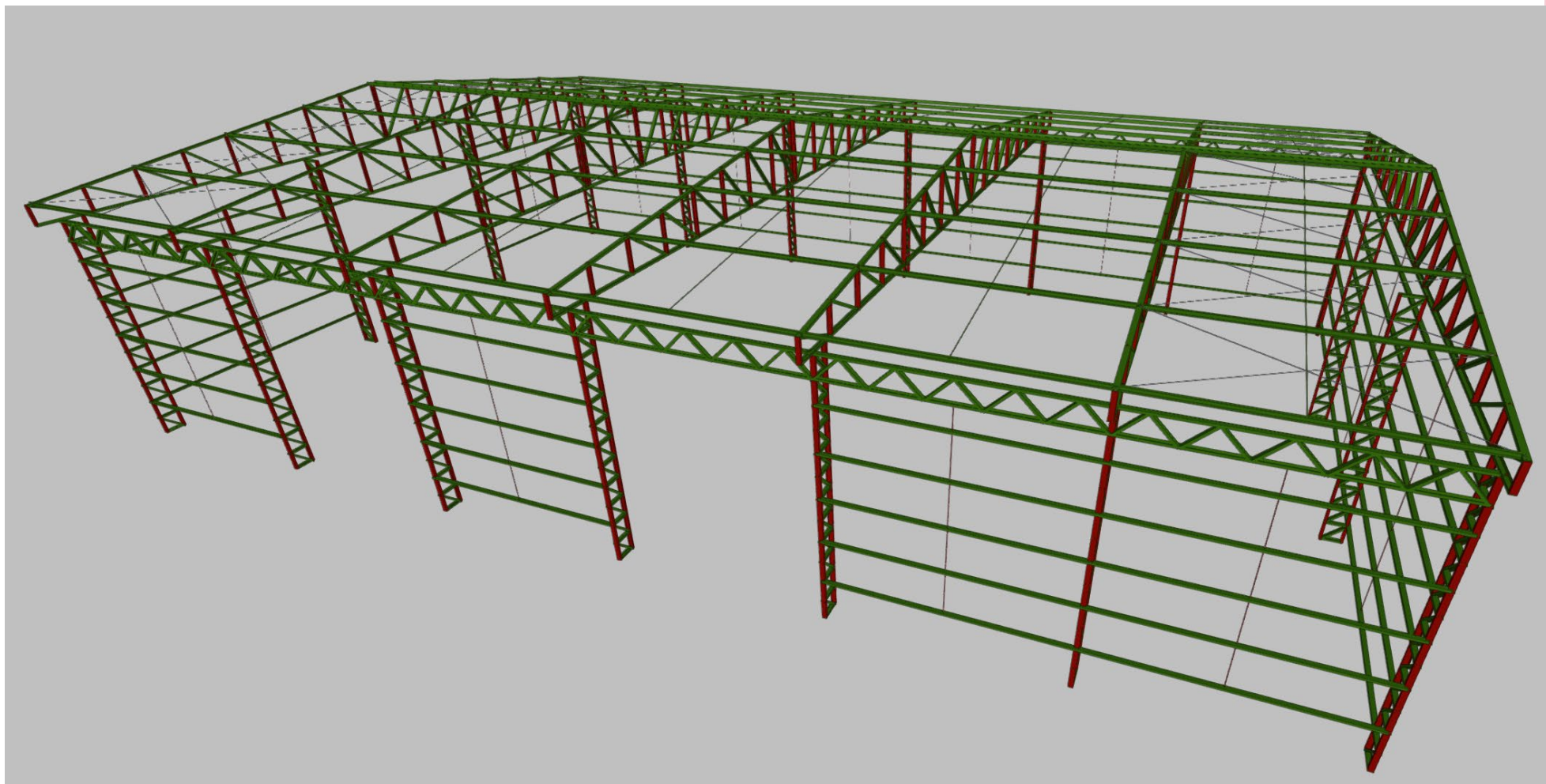
www.benzor.com.br

www.benzor.com.br



👉 GEOMETRIA

PARA AQUELES QUE JÁ DOMINAM O CYPE3D MODELAR ESSA ESTRUTURA É UMA TAREFA SIMPLES, O ERRO MAIS COMUM DE INICIANTES NESSE TIPO DE ESTRUTURA SÃO CARGAS CONECTADOS FORA DOS NÓS E A ORIENTAÇÃO DO PERFIL



SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class
ENGINEER

PROJETO DE ESTRUTURAS TRELIÇADAS

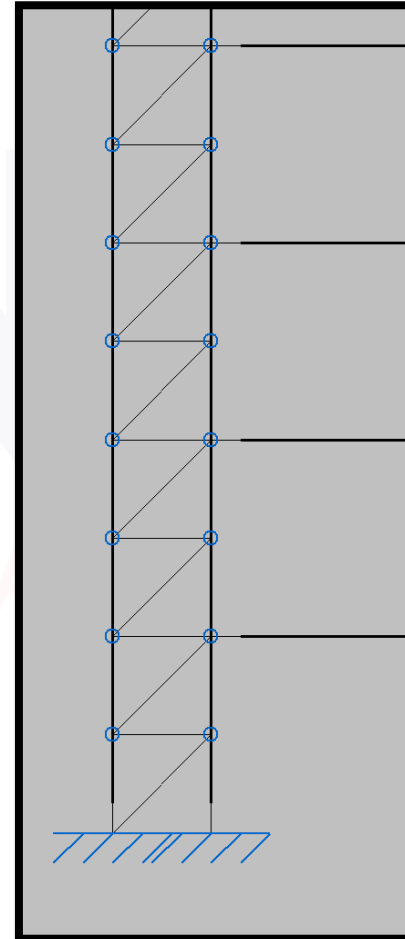
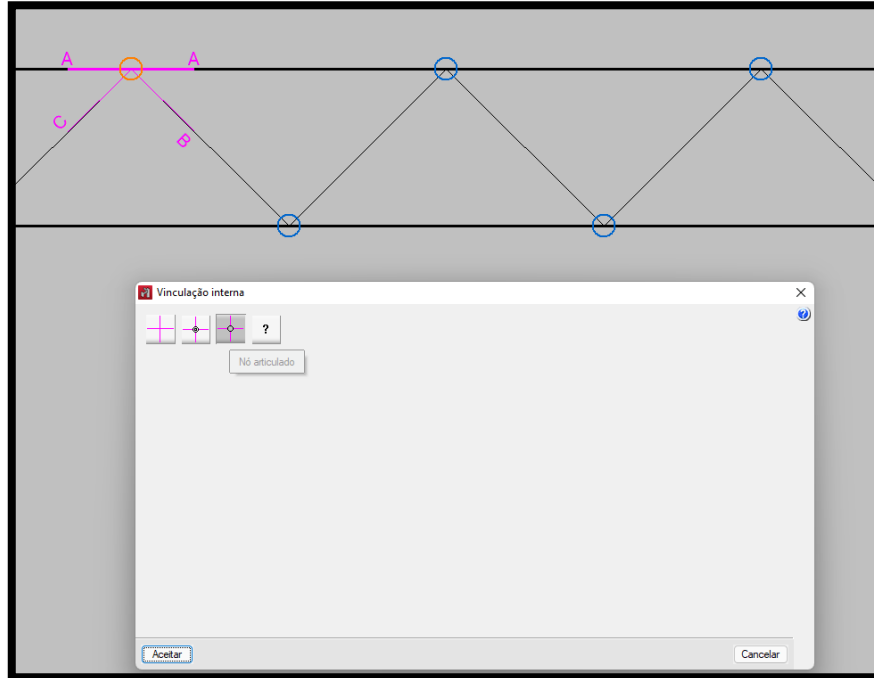
www.benzor.com.br

www.benzor.com.br



👉 CUIDADO COM O TIPO DE NÓ

NÓS DAS TRELIÇAS DEVEM SER ARTICULADOS, ELAS FORAM FEITAS PARA QUE AS BARRAS TRABALHEM SOBRE PRESSÃO E COMPRESSÃO, SE VOCÊ ENGASTAR OCORRERÁ TRANSFERÊNCIA DE MOMENTO PARA AS BARRAS



SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

PROJETO DE ESTRUTURAS TRELIÇADAS

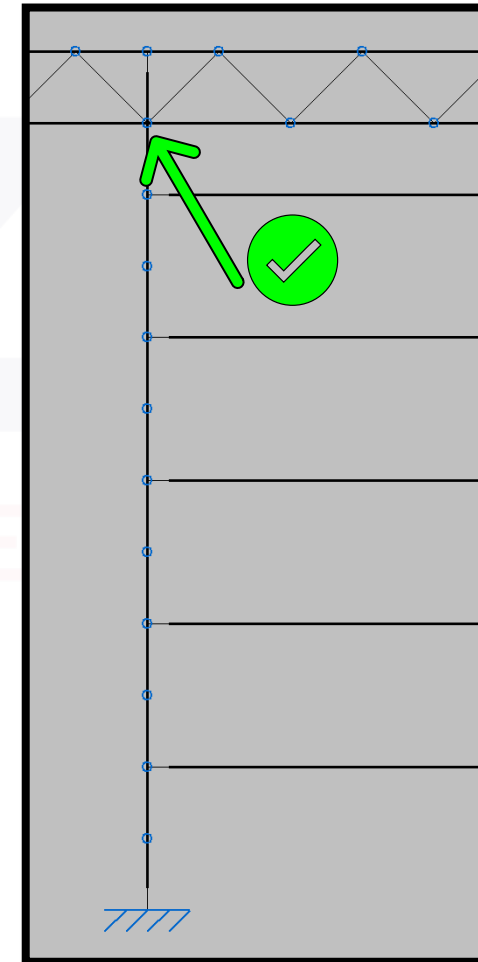
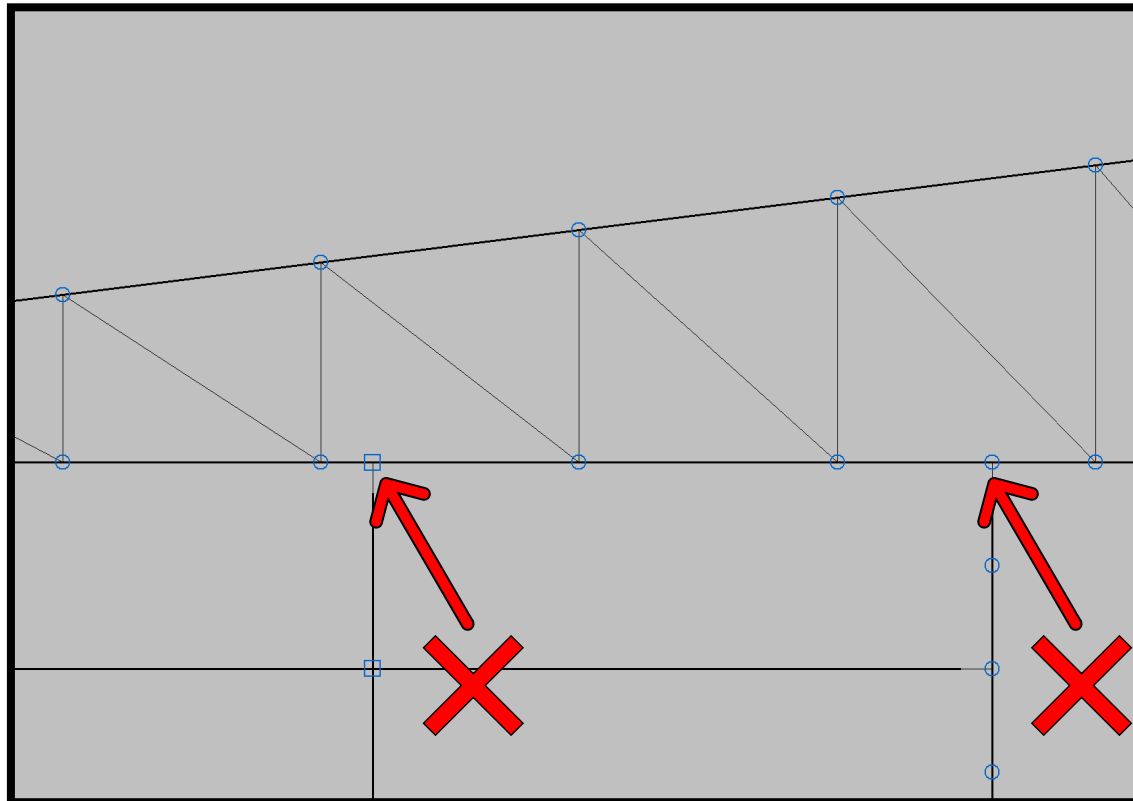
www.benzor.com.br

www.benzor.com.br



👉 CUIDADO COM CARGAS FORA DO NÓ

UM BARRA CONECTADA NO MEIO DE UMA BARRA DE UMA TRELIÇA PROVOCA UM MOMENTO, E DESCARACTERIZA O FUNDAMENTO PELA QUAL USAMOS UMA TRELIÇA EM UM PROJETO



SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

PROJETO DE ESTRUTURAS TRELIÇADAS

FLAMBAGEM NO PLANO

UMA DÚVIDA MUITO FREQUENTE DE PROJETISTAS É SABER COMO CONFIGURAR FLAMBAGENS, VAMOS EXPLICAR ISSO DA MANEIRA MAIS SIMPLES POSSÍVEL

ONDE A FLAMBAGEM IMPLICA - ESBELTEZ

$$\lambda = \frac{kxL}{\sqrt{I}}$$

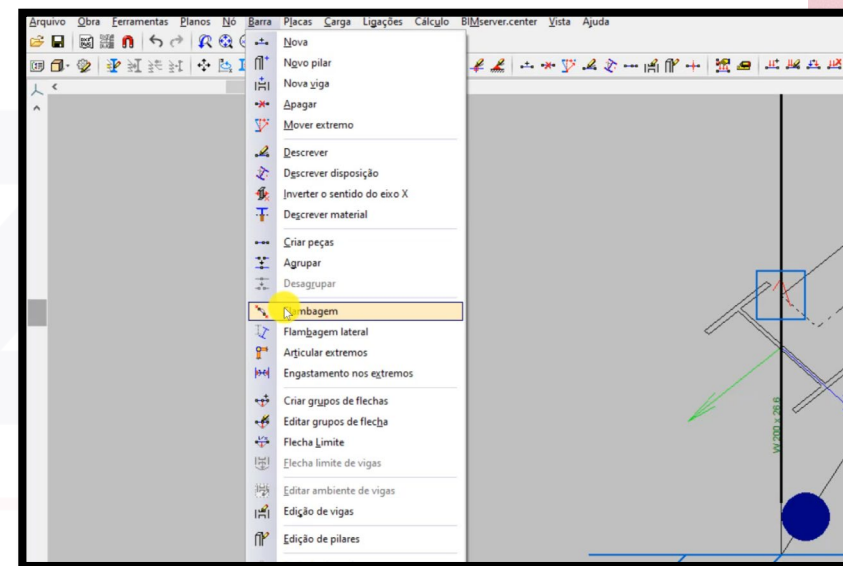
Onde temos:

- λ índice de esbeltez, limitado ao máximo de 200 (NBR 8800 – 2008 Item 5.3.4)
- k Parâmetro definido em função do tipo de vínculo da barra
- L Comprimento da barra

$\sqrt{\frac{I}{A}}$ Propriedade geométrica da seção































Portanto podemos concluir:
Propriedade geométrica da seção – definida em função do perfil escolhido
E devemos indicar ao software o parâmetro $K \times L$, onde L será sempre o comprimento livre que irá flambar.

O coeficiente K é definido em função de:



QUAIS SÃO OS COEFICIENTES

Tabela E.1 — Coeficiente de flambagem por flexão de elementos isolados

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
A linha tracejada indica a linha elástica de flambagem						
Valores teóricos de K_x ou K_y	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valores recomendados	0,65	0,80	1,2	1,0	2,1	2,0
Código para condição de apoio						
	Rotação e translação impedidas					
						
	Rotação livre, translação impedida					
						
	Rotação impedida, translação livre					
						
	Rotação e translação livres					

PROJETO DE ESTRUTURAS TRELIÇADAS

www.benzor.com.br

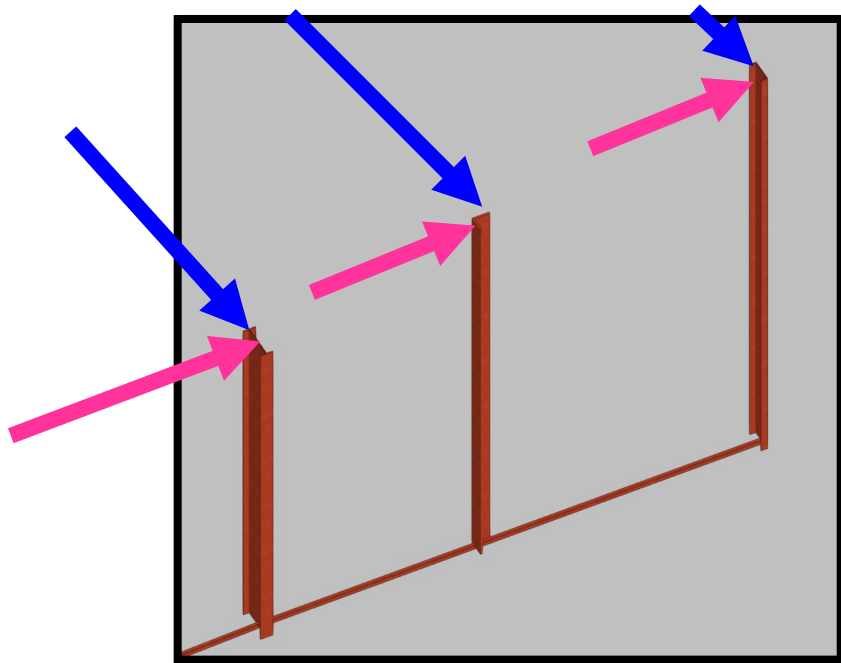
www.benzor.com.br



FLAMBAGEM NO PLANO

ENTENDENDO O CONCEITO

- Para todo perfil existem 2 planos para serem travados xy e xz ou falando na língua do iniciante, você pode trava-los (“nas costas ou na frente”) ou (“dos lados”). O objetivo aqui é avaliar quais bloqueios temos para impedir uma flecha de uma barra.



BENZOR
MATERIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A
BENZOR
Class ENGINEER

PROJETO DE ESTRUTURAS TRELIÇADAS



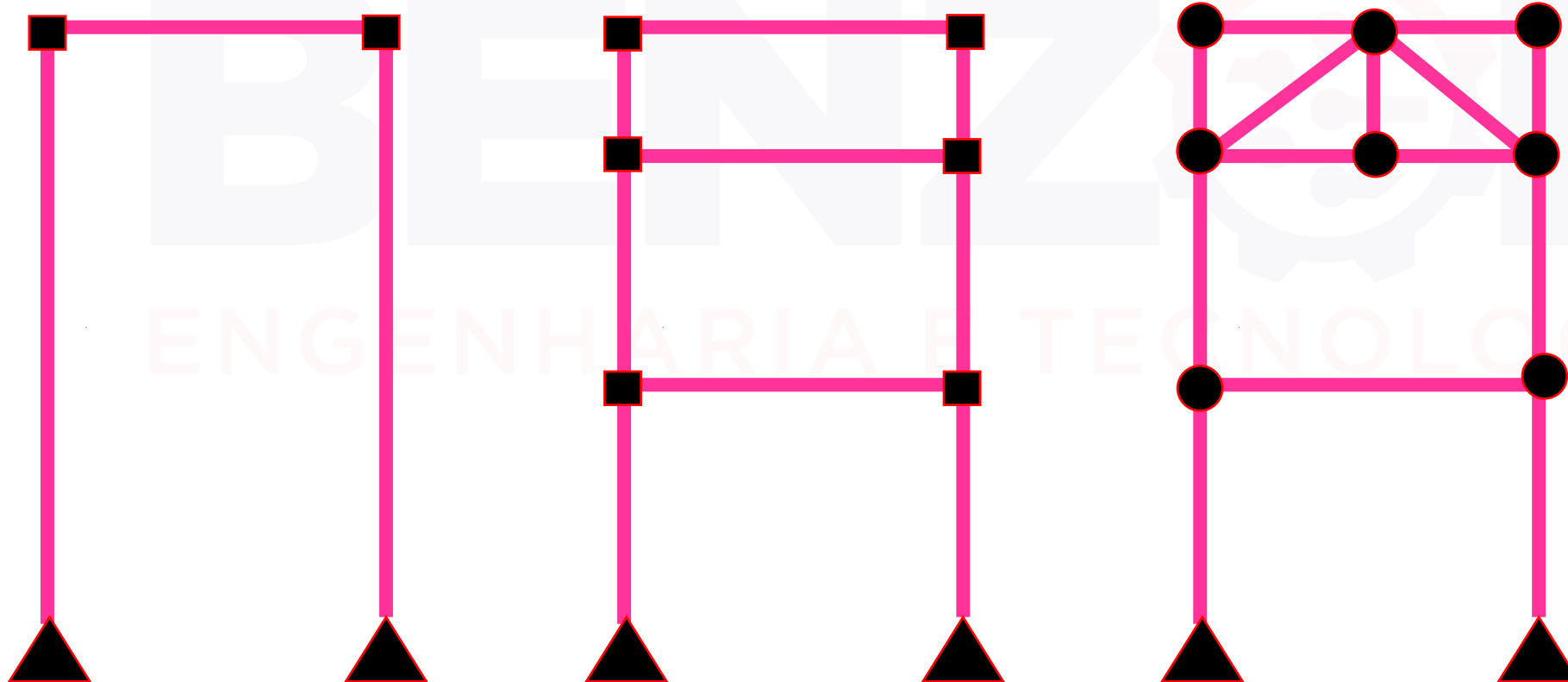
FLAMBAGEM NO PLANO

ENTENDENDO O CONCEITO

Tudo que você precisa fazer para analisar é olhar para apenas uma plano da estrutura de cada vez, a análise que fazemos para um lado é mês que fazemos para o outro.

Tabela E.1 — Coeficiente de flambagem por flexão de elementos isolados

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
A linha tracejada indica a linha elástica de flambagem						
Valores teóricos de K_x ou K_y	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valores recomendados	0,65	0,80	1,2	1,0	2,1	2,0
Código para condição de apoio	Rotação e translação impedidas Rotação livre, translação impedida Rotação impedida, translação livre Rotação e translação livres					



JA BEM-VINDO A
BENZOR
ENGINEER

PROJETO DE ESTRUTURAS TRELIÇADAS

FLAMBAGEM NO PLANO

ENTENDENDO O CONCEITO

Tudo que você precisa fazer para analisar é olhar para apenas uma plano da estrutura de cada vez, a análise que fazemos para um lado é mês que fazemos para o outro.

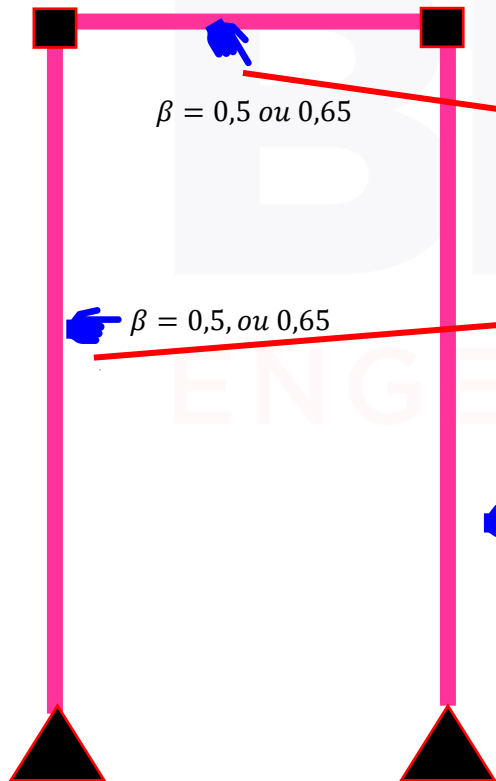
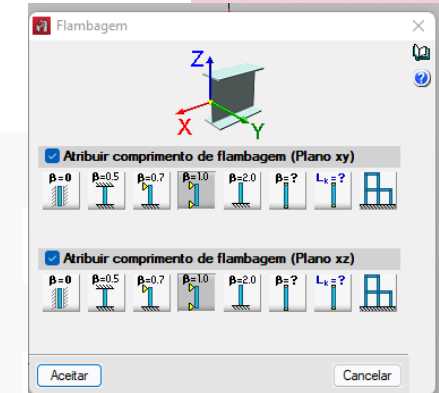


Tabela E.1 — Coeficiente de flambagem por flexão de elementos isolados

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valores teóricos de K_x ou K_y	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valores recomendados	0,65	0,80	1,2	1,0	2,1	2,0
Código para condição de apoio						
	Rotação e translação impedidas Rotação livre, translação impedida Rotação impedida, translação livre Rotação e translação livres					

A linha tracejada indica a linha elástica de flambagem



PROJETO DE ESTRUTURAS TRELIÇADAS

FLAMBAGEM NO PLANO

ENTENDENDO O CONCEITO

→ Tudo que você precisa fazer para analisar é olhar para apenas uma plano da estrutura de cada vez, a análise que fazemos para um lado é mês que fazemos para o outro.

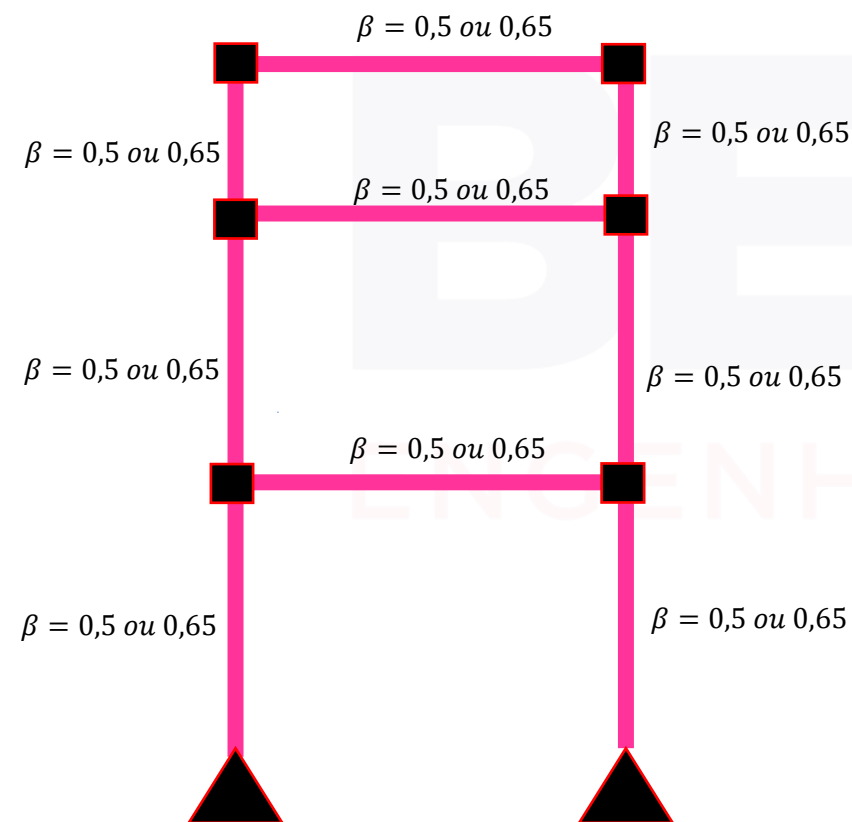



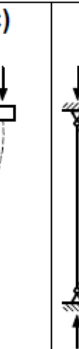








Tabela E.1 — Coeficiente de flambagem por flexão de elementos isolados

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
A linha tracejada indica a linha elástica de flambagem						
Valores teóricos de K_x ou K_y	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valores recomendados	0,65	0,80	1,2	1,0	2,1	2,0
Código para condição de apoio		Rotação e translação impedidas				
		Rotação livre, translação impedida				
		Rotação impedida, translação livre				
		Rotação e translação livres				

PROJETO DE ESTRUTURAS TRELIÇADAS

FLAMBAGEM NO PLANO

ENTENDENDO O CONCEITO

Tudo que você precisa fazer para analisar é olhar para apenas uma plano da estrutura de cada vez, a análise que fazemos para um lado é mês que fazemos para o outro.

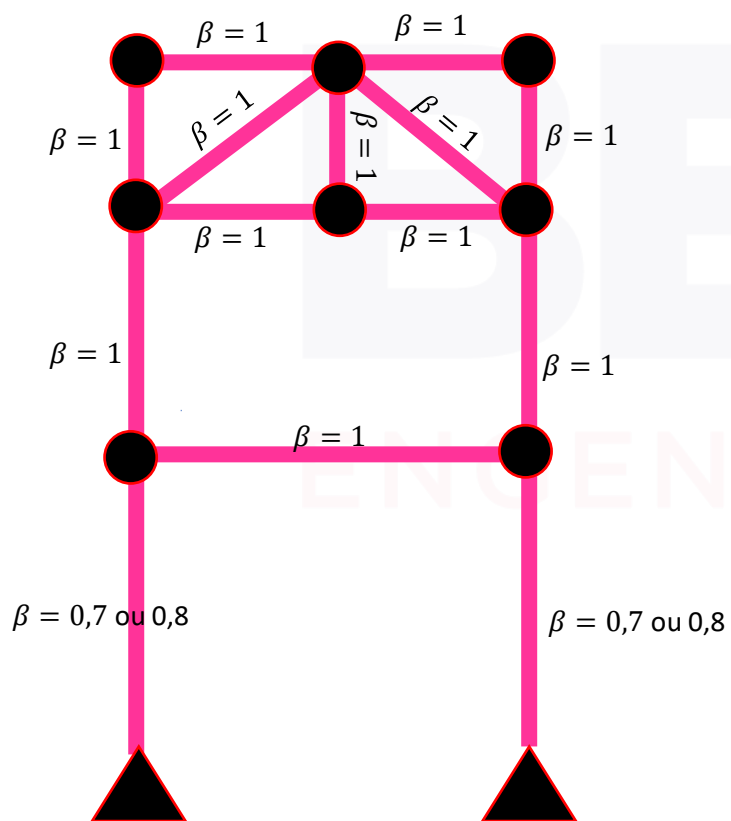


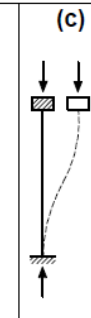









Tabela E.1 — Coeficiente de flambagem por flexão de elementos isolados

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
A linha tracejada indica a linha elástica de flambagem						
Valores teóricos de K_x ou K_y	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valores recomendados	0,65	0,80	1,2	1,0	2,1	2,0
Código para condição de apoio	 Rotação e translação impedidas  Rotação livre, translação impedida  Rotação impedida, translação livre  Rotação e translação livres					

PROJETO DE ESTRUTURAS TRELIÇADAS

FLAMBAGEM NO PLANO

O QUE CONFUNDE VOCÊ:

Observe na figura do lado esquerdo circulado de **vermelho 2 nós**, eles podem confundir você, esses nós **são falsos**, pois fazem parte do outro plano de barras de uma travessa. Veja a figura à direita

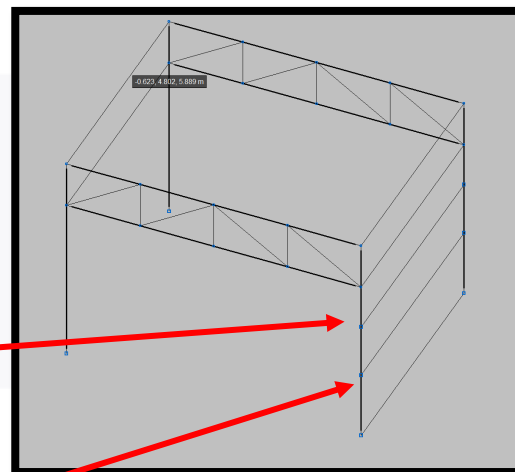
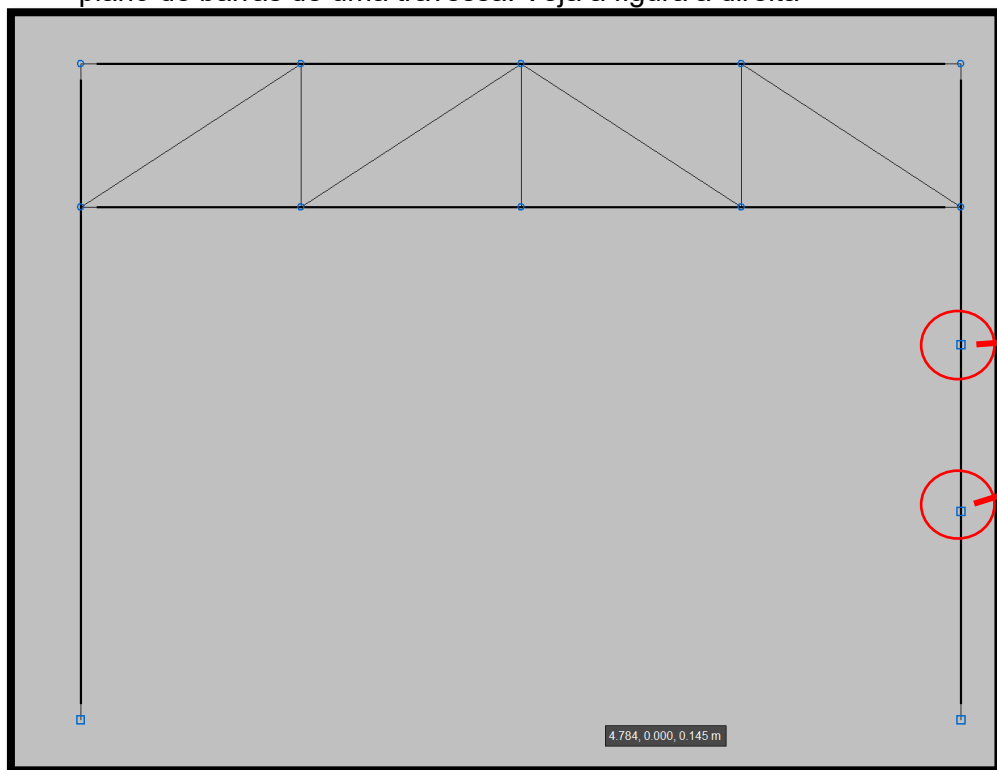
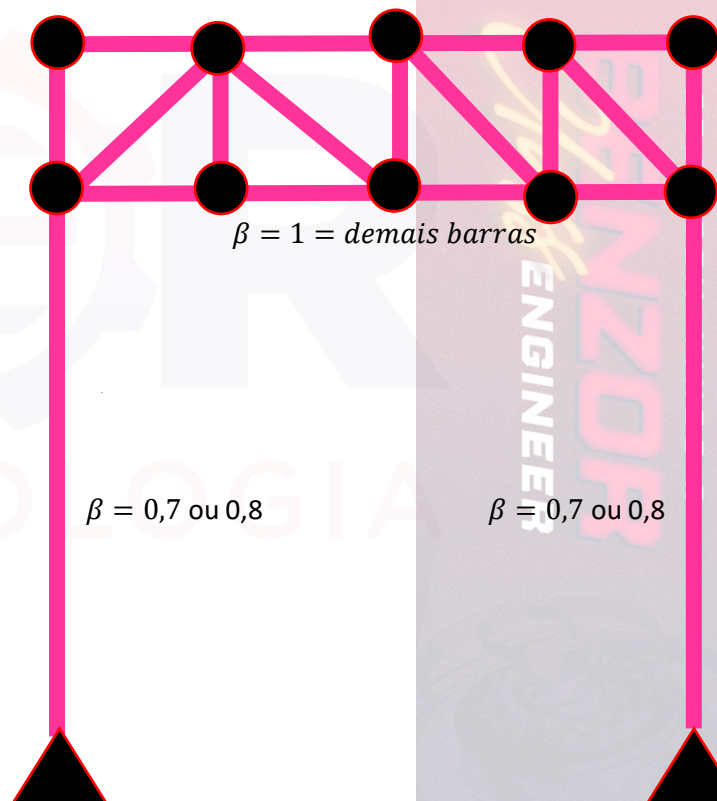


Tabela E.1 — Coeficiente de flambagem por flexão de elementos isolados

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
A linha tracejada indica a linha elástica de flambagem						
Valores teóricos de K_x ou K_y	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valores recomendados	0,65	0,80	1,2	1,0	2,1	2,0
Código para condição de apoio						
	Rotação e translação impedidas					
	Rotação livre, translação impedida					
	Rotação impedida, translação livre					
	Rotação e translação livres					

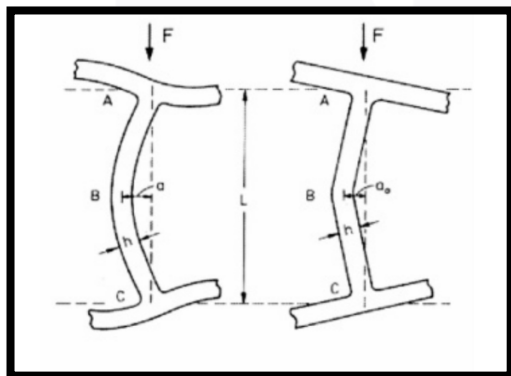


FLAMBAGEM LATERAL

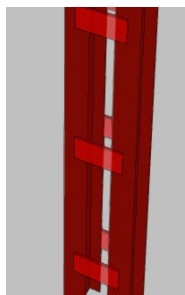
ENTENDENDO O CONCEITO

É o mesmo processo da flambagem no plano, porém agora queremos saber se há bloqueio nas mesas superiores e inferiores do perfil

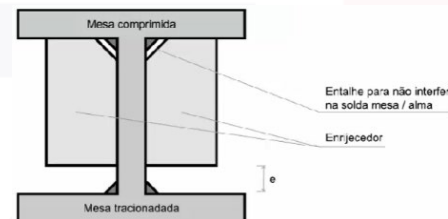
Na flambagem do plano avaliamos o bloqueio contra flechas, aqui analisamos bloqueios contra torções laterais



Entendemos como bloqueio contra flambagens laterais, chapas soldadas nas mesas, lague, nervura e enrijecedores



Caso queira inserir enrijecedores saiba que graficamente é visível no CYPE somente com perfil soldado, mas você pode simular a presença de enrijecedores através do comando barra>flambagem lateral>definir distancia entre um enrijecedor e outro.



PROJETO DE ESTRUTURAS TRELIÇADAS

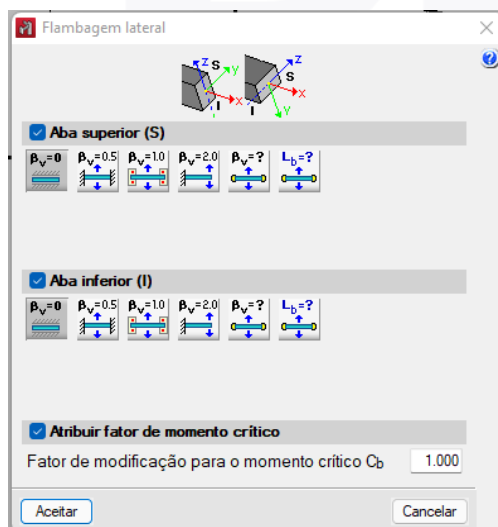
FLAMBAGEM LATERAL

CONFIGURAÇÃO

Para configurar a flambagem lateral tudo que precisamos determinar nas barras são como elas estão travadas nas mesas superiores e inferiores, dúvidas de como fazer isso na prática assista aula do curso

Mesa superior está no sentido positivo de Z
Mesa inferior está no sentido negativo de Z

Veja a ilustração abaixo



$\beta_v=0$ Não *verica* flambagem lateral

$\beta_v=0.5$ Barra bi – engastada

$\beta_v=1.0$ Barra bi – apoiada

$\beta_v=2.0$ Barra em balanço

$\beta_v=?$ Coeficiente de flambagem lateral configurável

$L_b=?$ Distância entre travamentos configurável

PROJETO DE ESTRUTURAS TRELIÇADAS

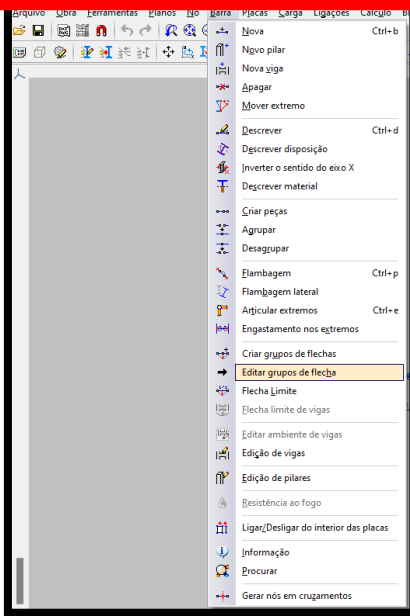
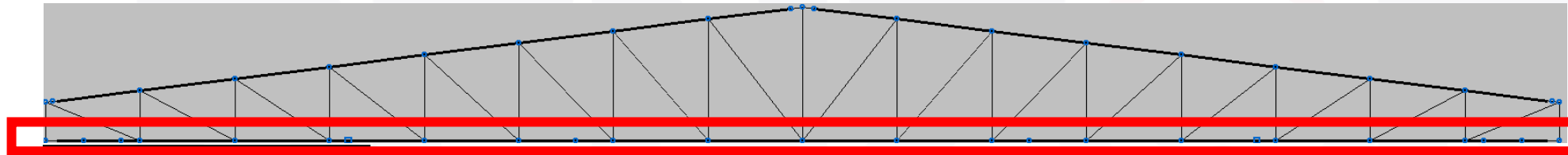
FLECHA EM TRELIÇAS

CONFIGURAÇÃO

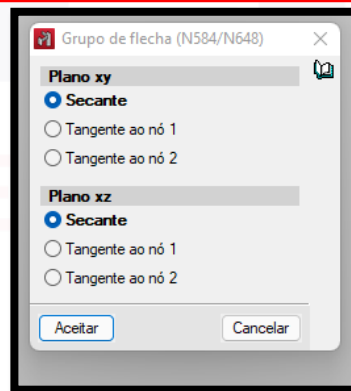
➡ No caso de Trelças vamos focar apenas na flecha do banzo inferior que será L/250

➡ No caso de pilares treliçados vamos todas barras $H/300 = L/300$

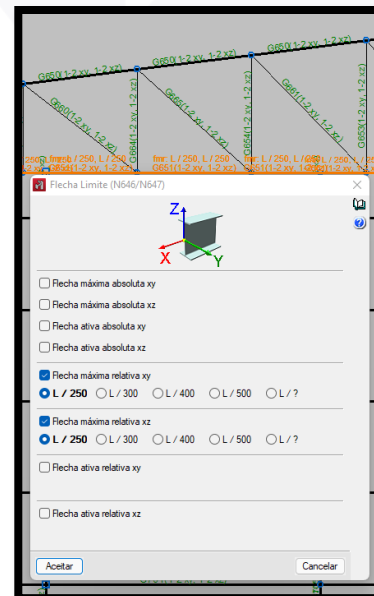
➡ No caso dos montantes e diagonais das trelças todas as barras $H/300 = L/300$



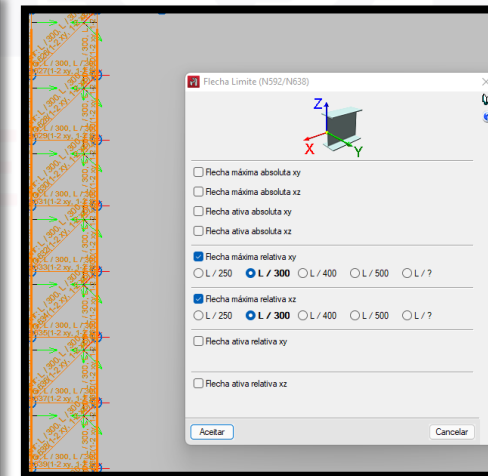
Clique em editar grupo de flecha



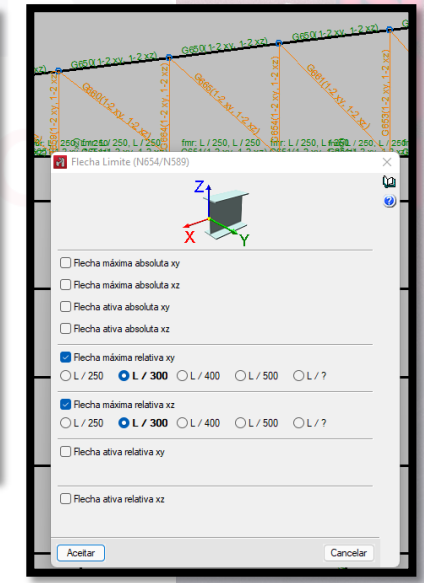
Clique no banzo inferior e verifique se está secante. (Tangente se usa em vigas em balanço)



Flecha banzo inferior da tesoura



Flecha do pilar



Flecha de montantes e diagonais

SEJA BEM-VINDO A