

# **PROJETISTA DE ESTRUTURAS METÁLICAS**

## **AULA 1**

**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**

**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**

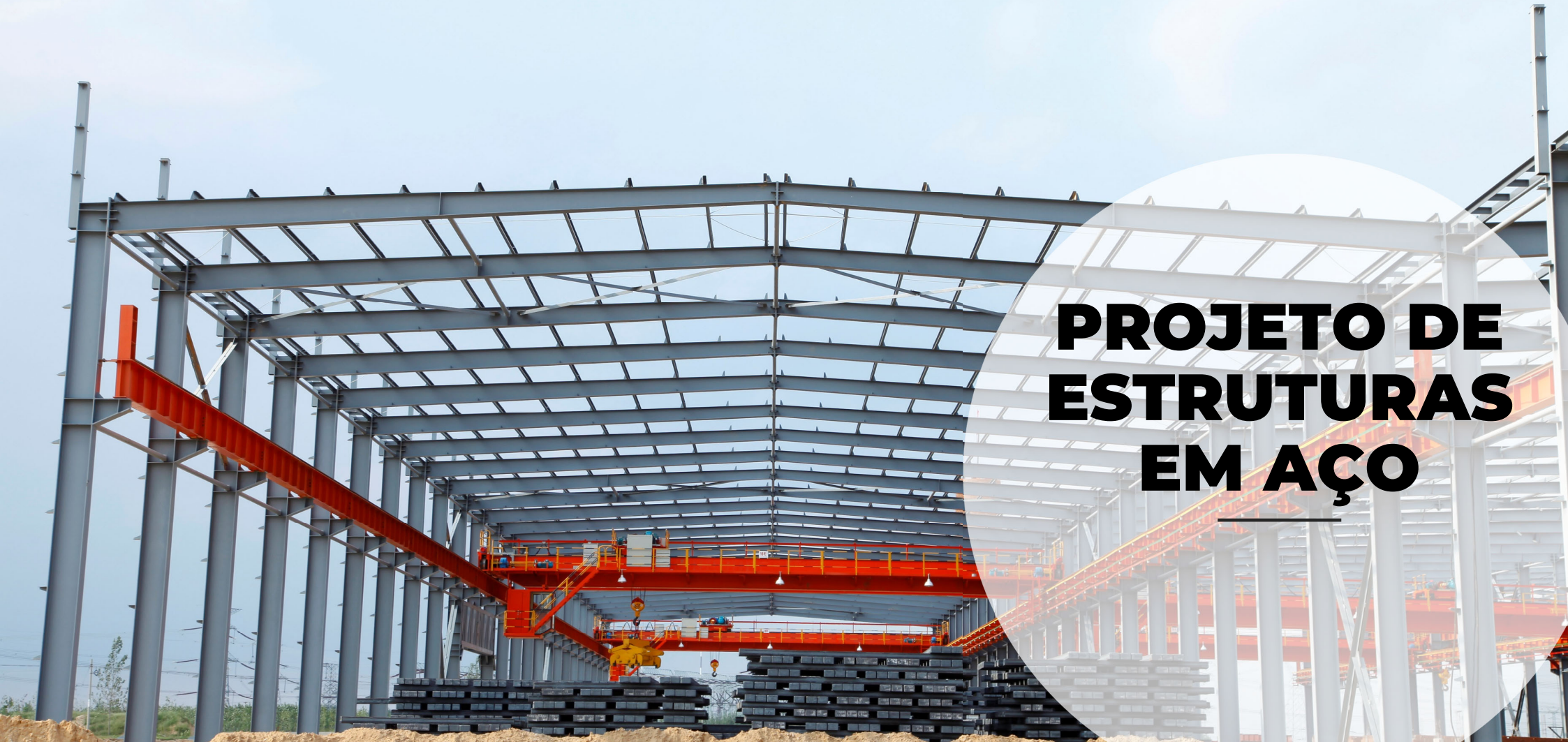
## PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

# PROJETO DE ESTRUTURAS EM AÇO



**PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS**

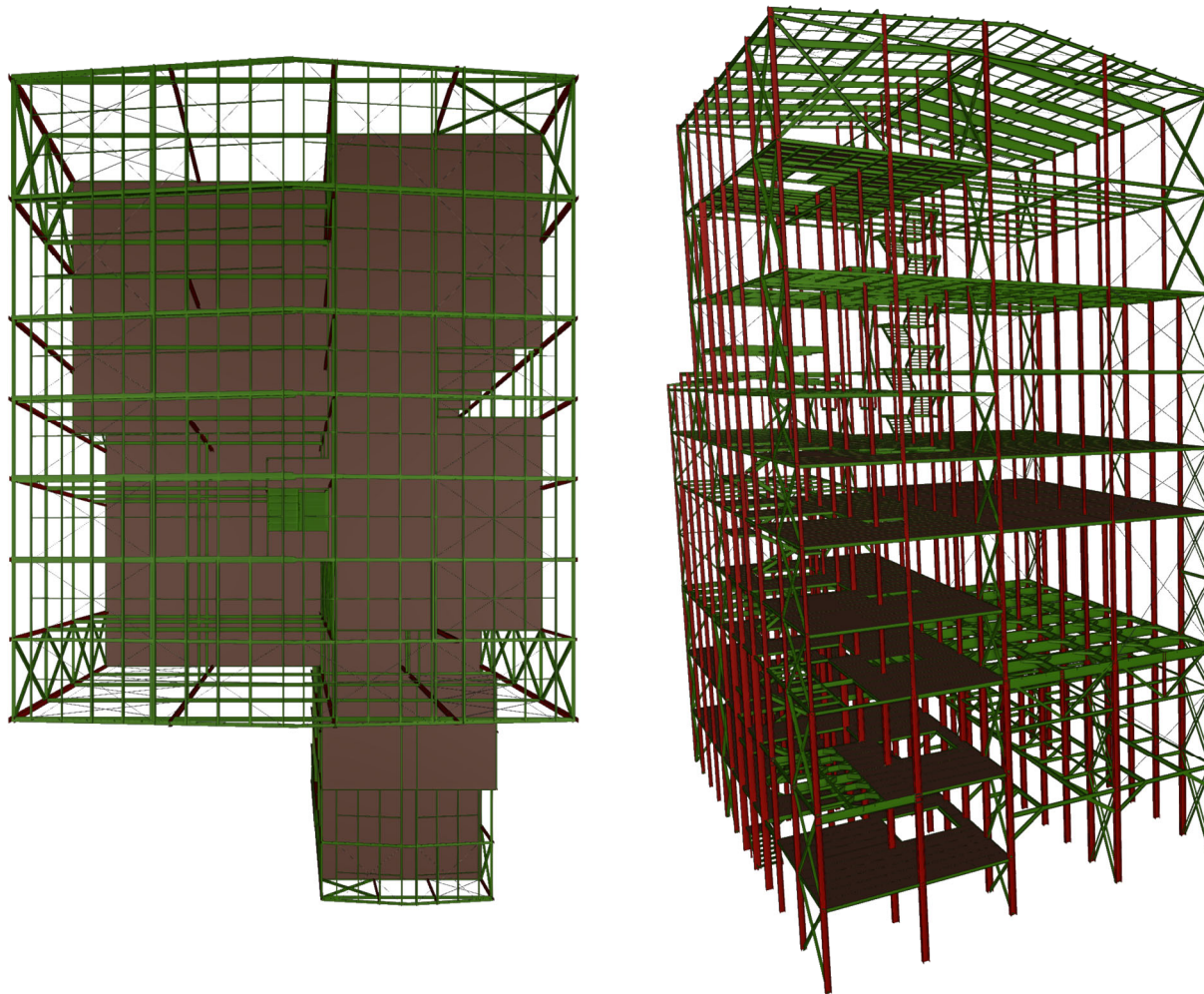
**PROJETO DE  
ESTRUTURAS  
EM AÇO**





# PROJETO DE ESTRUTURAS EM AÇO

## PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS



# 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 <sup>a b</sup> 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 <sup>c</sup>	$t \leq 200$ 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
				42	290	415
		Chapas e barras <sup>c</sup>	$t \leq 150$ mm	50	345	450
			$t \leq 100$ mm	55	380	485
			$t \leq 50$ mm	60	415	520
			$t \leq 31,5$ mm	65	450	550
	A992 <sup>d</sup>	Perfis	1, 2 e 3	-	345 a 450	450
	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 <sup>c</sup>			$t \leq 19$ mm	-	345	480
			$19 \text{ mm} < t \leq 37,5$ mm	-	315	460
			$37,5 \text{ mm} < t \leq 100$ mm	-	290	435
A588		Perfis	1 e 2	-	345	485
			$t \leq 100$ mm	-	345	480
		Chapas e barras <sup>c</sup>	$100 \text{ mm} < t \leq 125$ mm	-	315	460
			$125 \text{ mm} < t \leq 200$ mm	-	290	435
Aços de baixa liga temperados e auto-revenidos	A913	Perfis	1 e 2	50	345	450
				60	415	520
				65	450	550

<sup>a</sup> 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.

<sup>b</sup>  $t$  corresponde à menor dimensão ou ao diâmetro da seção transversal da barra.

<sup>c</sup> Barras redondas, quadradas e chatas.

<sup>d</sup> 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**

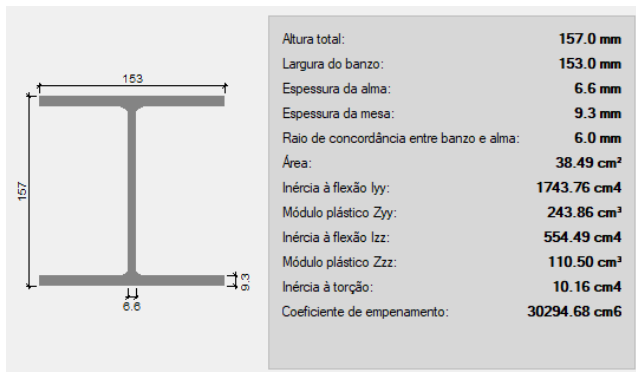
## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

### **AULA 4**

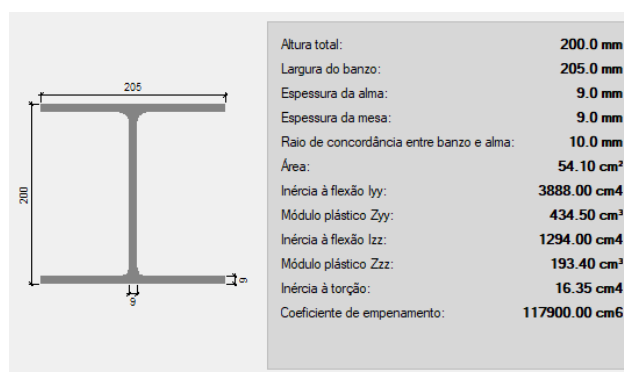
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## NOMENCLATURA EM PERFIS

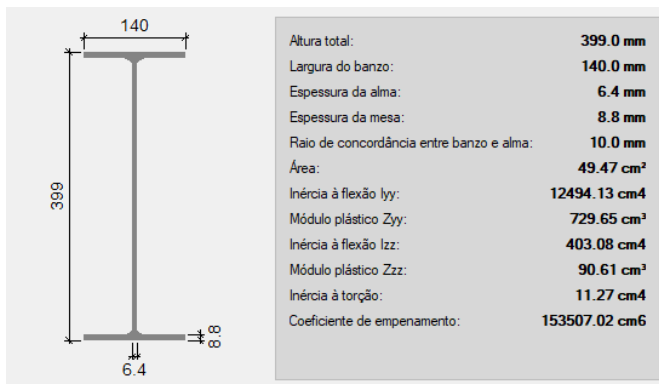
### PERFIL W (H)



### PERFIL HP



### PERFIL W



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

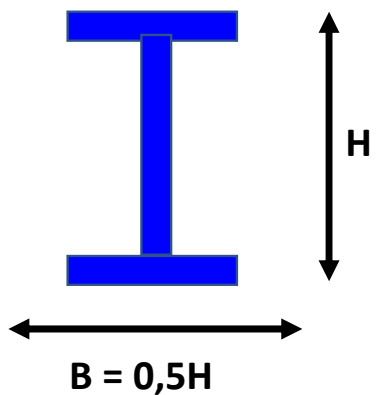
Acindar	Importar	Perfil
Açominas	<input type="checkbox"/>	HP
Ahmsa	<input type="checkbox"/>	I
Aisc.Lrfd (mks)	<input type="checkbox"/>	W
Aisc.Lrfd (us)	<input type="checkbox"/>	
ArcelorMittal		
Gama de perfis europeus		
Arval by ArcelorMittal		
Canada		
Cintac		
Cag		
Gerdau		
Gost		
Imca		
Indian standard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

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## SÉRIE DE PERFIS

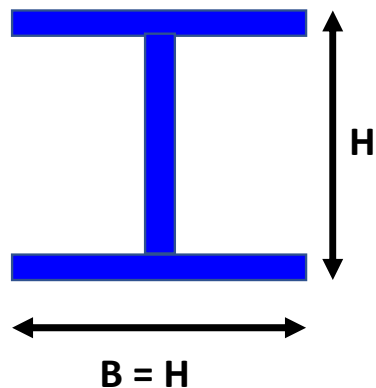
### SÉRIE VS

Série VS – Viga soldada



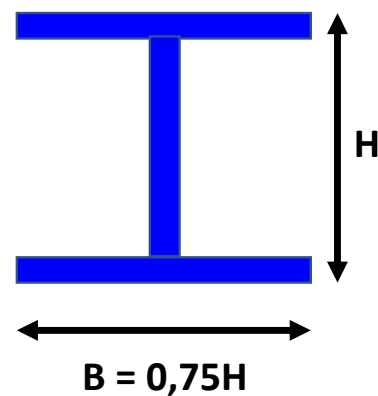
### SÉRIE CS

Série CS – Coluna soldada



### SÉRIE CVS

Série CVS – Coluna viga soldada



# **PROJETISTA DE**

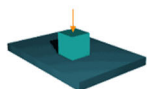
## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

### **AULA 5**

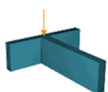
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## TIPOS DE CARREGAMENTO

### CARGAS CONCENTRADAS



Um objeto sobre uma laje

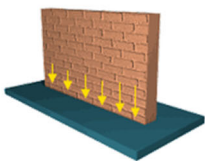


A reação de uma viga apoiada sobre outra.

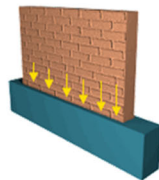


A ação do pilar sobre a fundação

### CARGAS DISTRIBUIDA LINEARMENTE

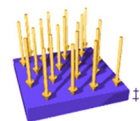


Parede sobre laje



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**

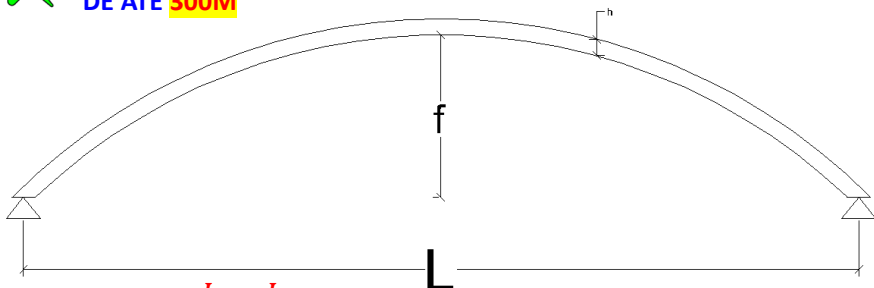
### **AULA 8**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO

### ESTRUTURAS EM ARCO

É POSSÍVEL VENCER VÃOS PRÓXIMO  
DE ATÉ **300M**

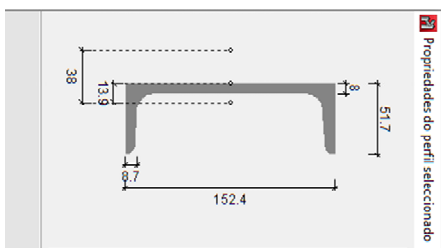


FLECHA  $f = \frac{L}{10} a \frac{L}{5} =$  Ou seja de 10 a 20% de  $L$

$h =$  ALTURA DA TRELIÇA:  $0,02 * L$

$L =$  VÃO DA TRELIÇA :DEFINIDO CONFORME NECESSIDADE DO PROJETO

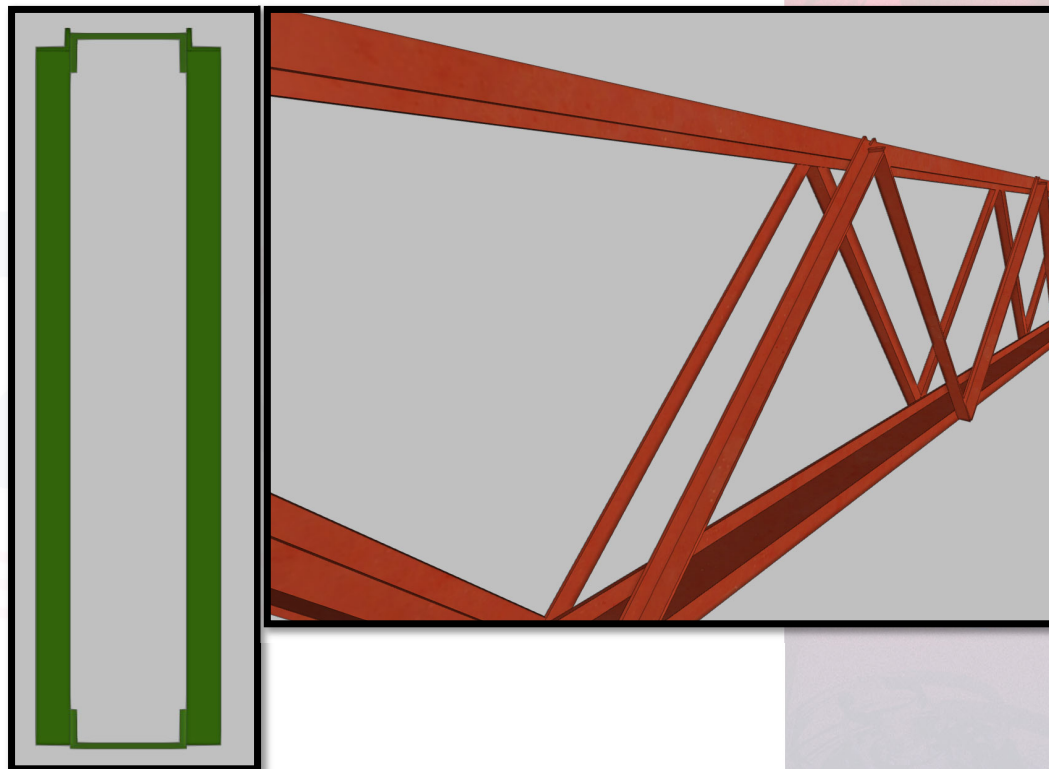
$b =$  LARGURA DA TRELIÇA :  $\frac{h}{10} a \frac{h}{5} =$  Ou seja de 10 a 20% de  $h$



www.benzor.com.br



EVITE USAR PERFIS I E H EM ESTRUTURAS EM ARCO TRELIÇADA



# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

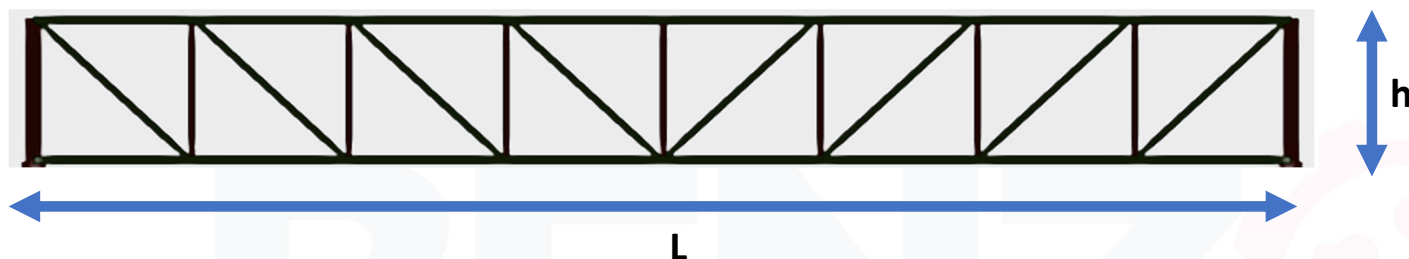
# **AULA 9**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

### TRELIÇAS

👉 ALTURA DO VÃO

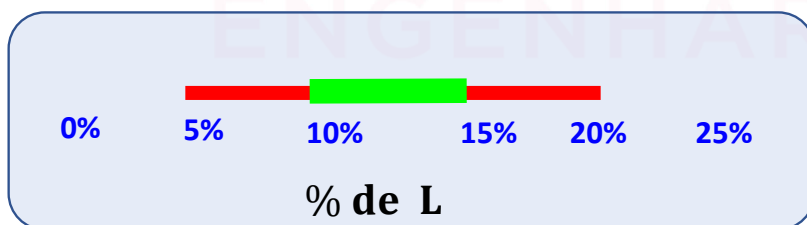


$$h = \frac{L}{7} \text{ a } \frac{L}{10} = \text{Ou seja de 10 a 14,3 \% de } L$$

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

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

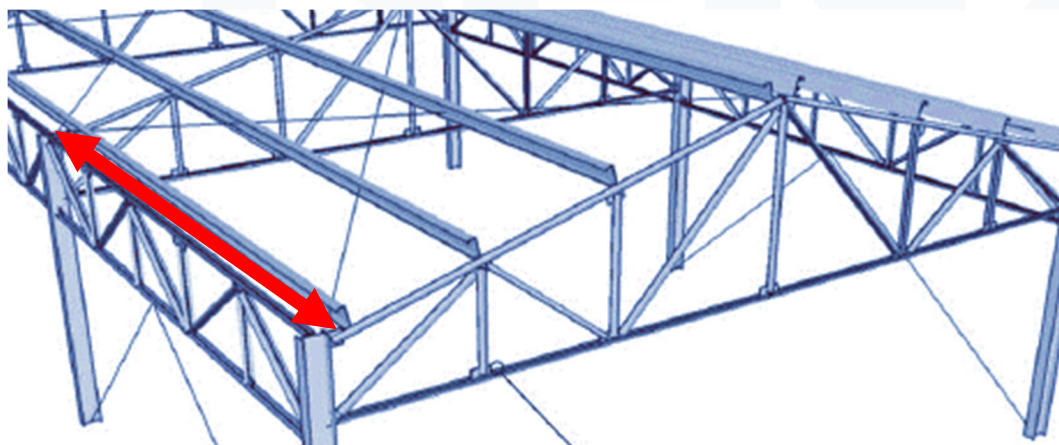
### TRELIÇAS

➡ ANGULO DE INCLINAÇÃO DAS DIAGONAIS



Use ângulos entre  $30^\circ$  e  $60^\circ$  - IDEAL:  
 $45^\circ$

➡ ESPAÇAMENTO ENTRE PÓRTICOS Use espaçamento entre 5 e 6m



[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

TECNOLOGIA

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

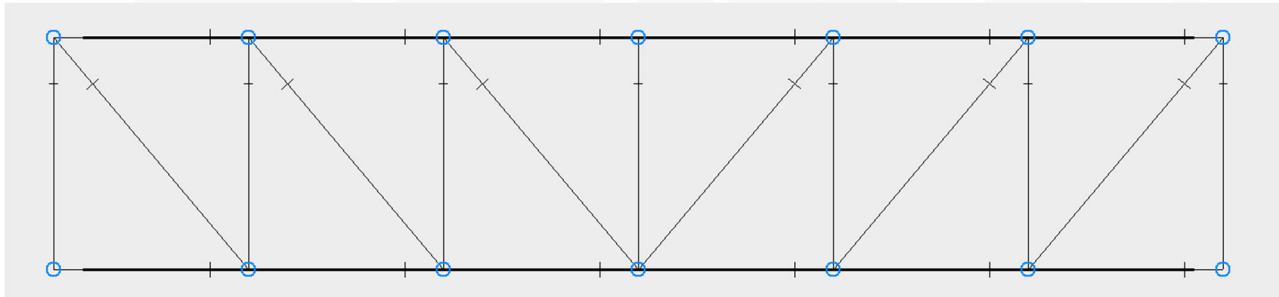
www.benzor.com.br

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

### TRELIÇAS

#### 👉 TIPO DE NÓ

- ✎ Trelças 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.



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

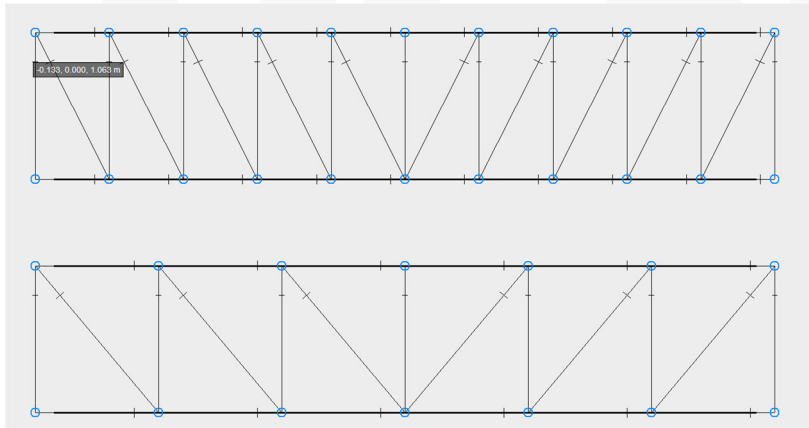
### TRELIÇAS

#### 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°

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

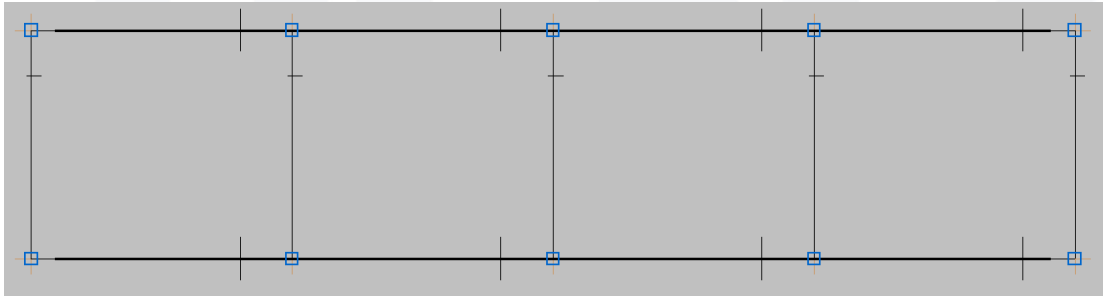
## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

### 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



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

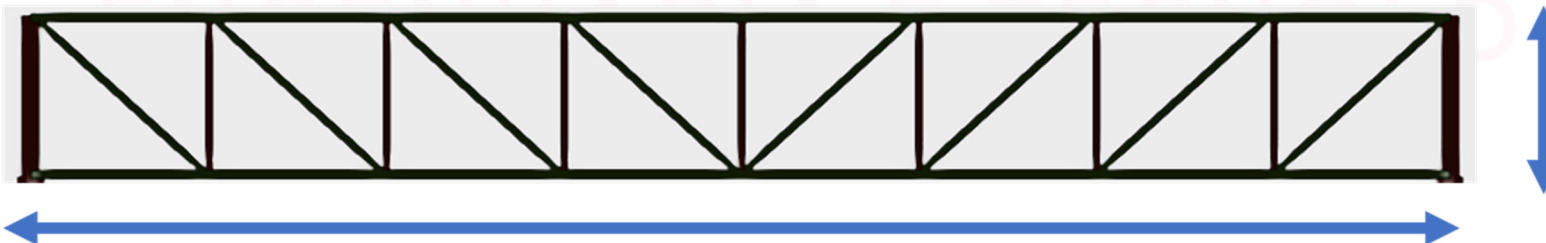
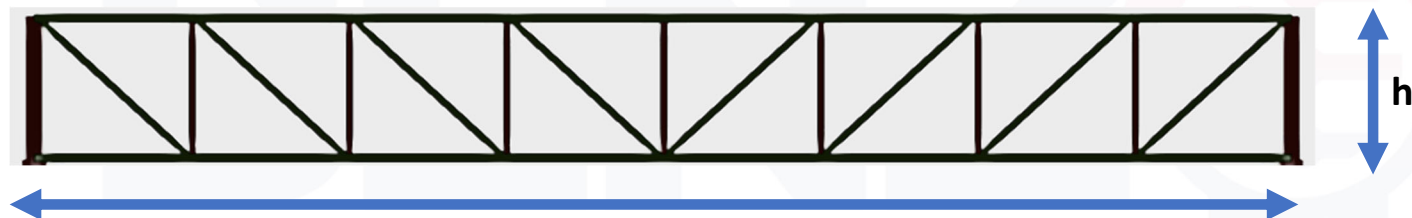
### TRELIÇAS

www.benzor.com.br

#### 👉 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



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

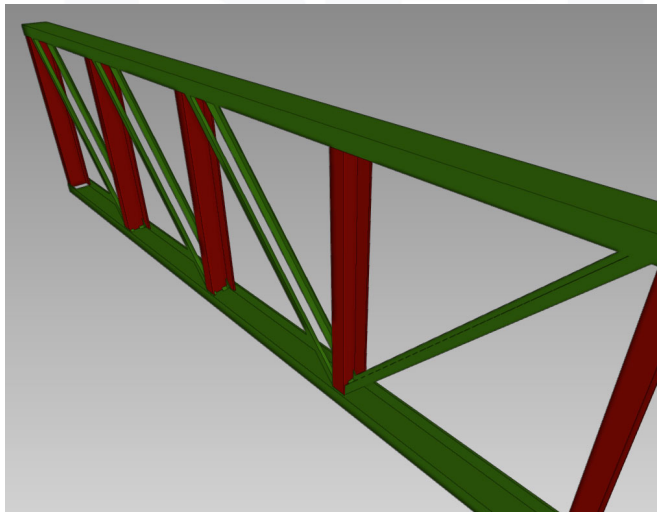
### TRELIÇAS



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

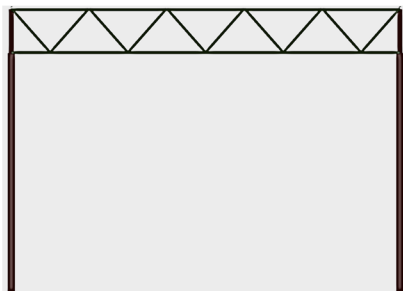


# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

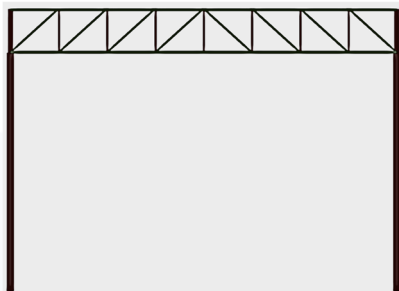
## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

### TRELIÇAS

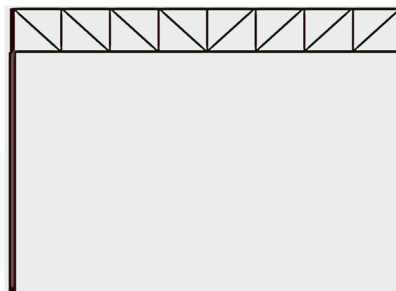
TIPO 1



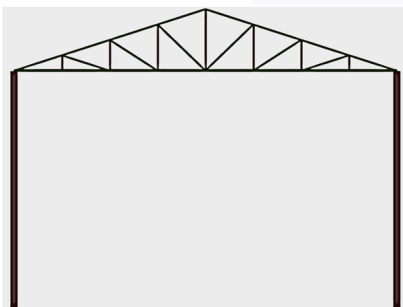
TIPO 2



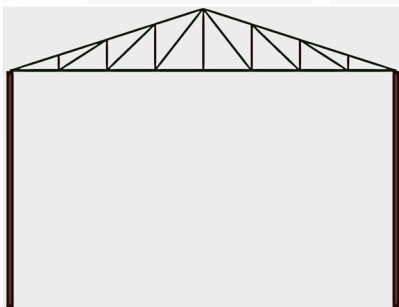
TIPO 3



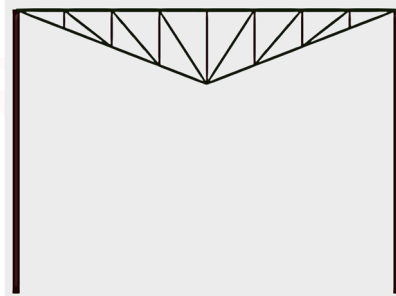
TIPO 4



TIPO 5



TIPO 6



www.benzor.com.br



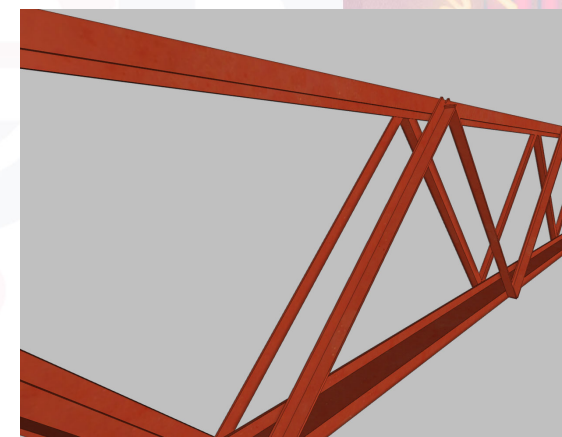
É POSSÍVEL VENCER VÃOS PRÓXIMO  
DE ATÉ **10 A 100M**



TRELIÇA: INDICADO PARA VÃO > 10M



PERFIS: USE U, CANTONEIRA DUPLA



SEJA BEM-VINDO A

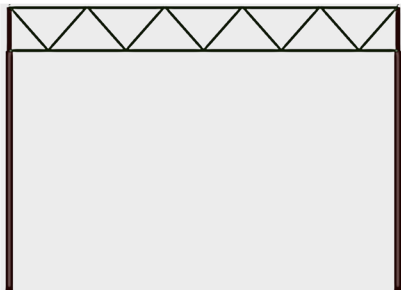
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

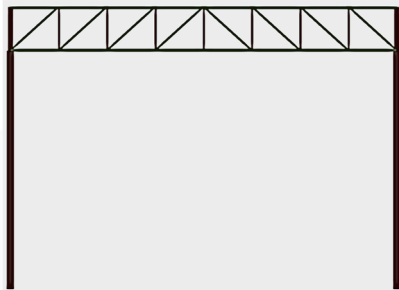
### TRELIÇAS

[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

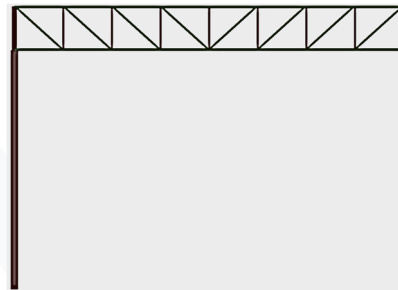
TIPO 1



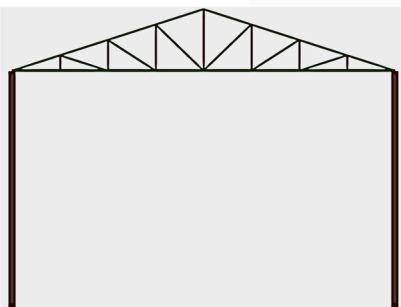
TIPO 2



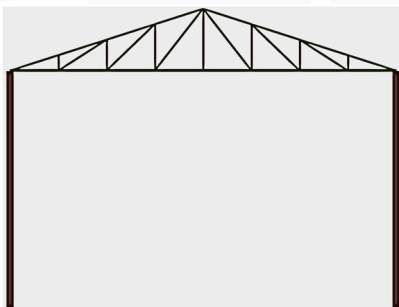
TIPO 3



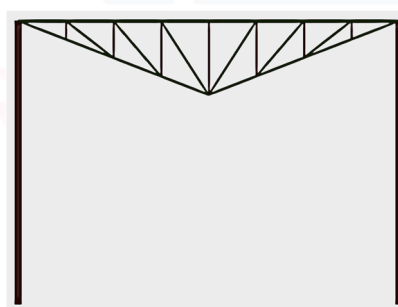
TIPO 4



TIPO 5



TIPO 6



**SIMULANDO  
NO CYPE3D**

SEJA BEM-VINDO A

# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

### **AULA 10**

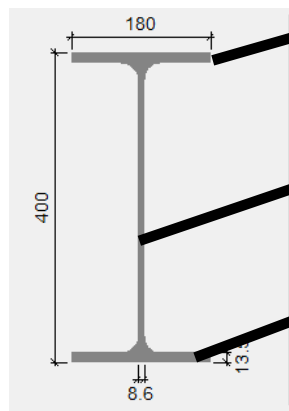
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

### PERFIS ALMA CHEIA

www.benzor.com.br

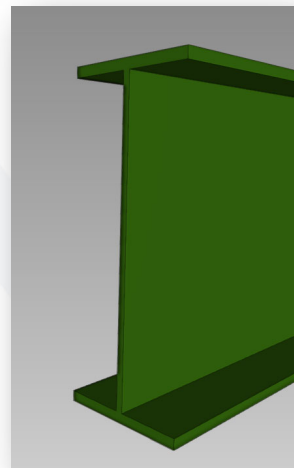
#### PRÓPRIEDADES



MESA SUPERIOR

ALMA

MESA INFERIOR



#### VÃOS

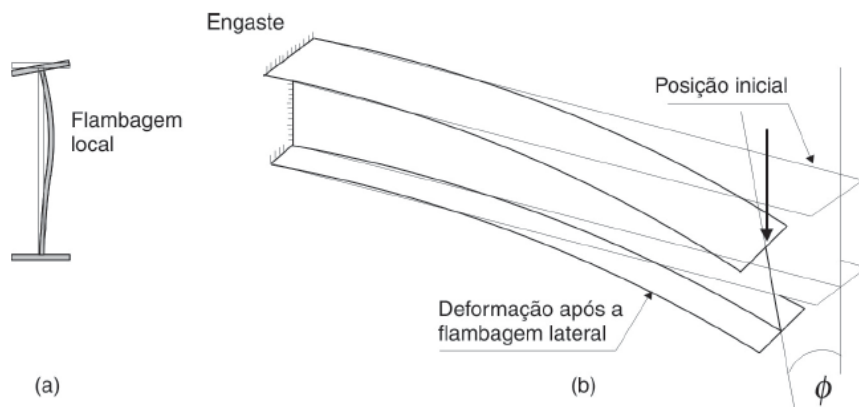
- 1 - Recomendado para vãos até 10M
- 2 - Nada impede usar vão maiores, tudo é questão de estudo do caso

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

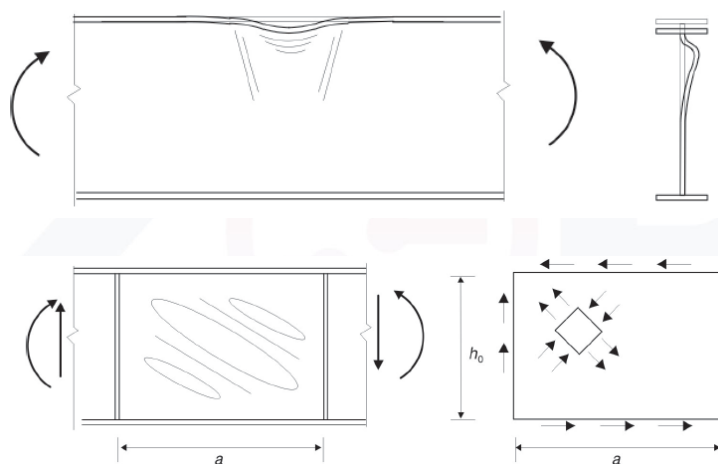
### PERFIS ALMA CHEIA

#### FLAMBAGEM LATERAL



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

#### FLAMBAGEM LOCALIZADA



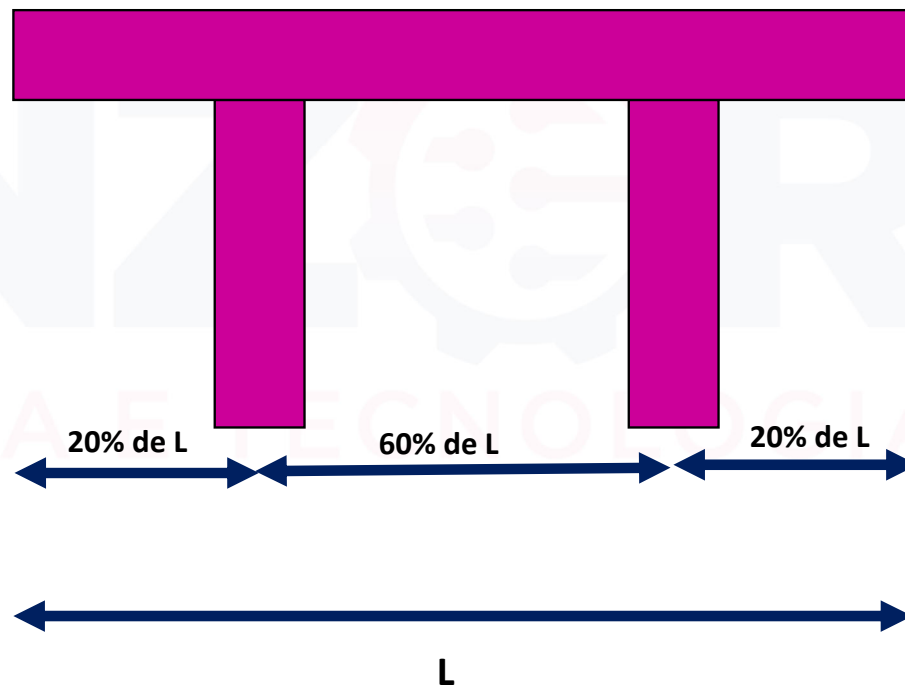
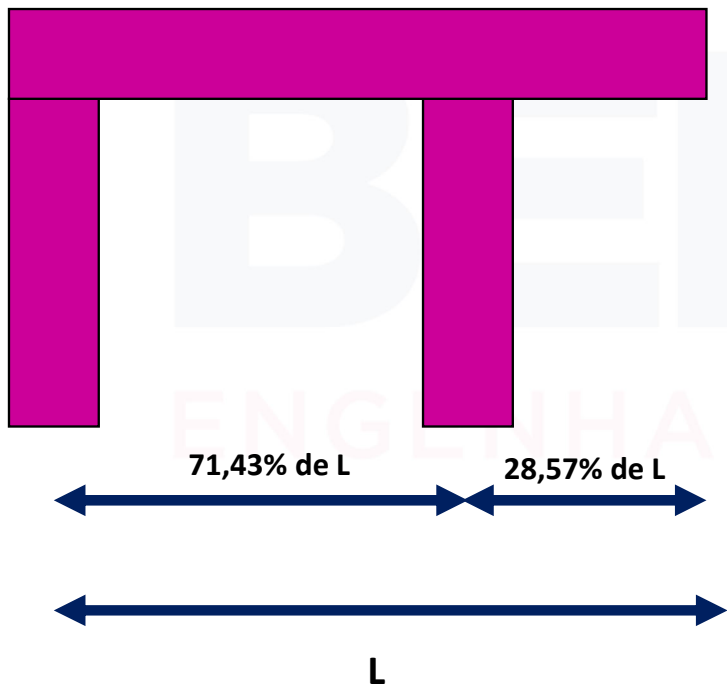
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

### PERFIS ALMA CHEIA

USO DE BALANÇO COMO ALIADOS



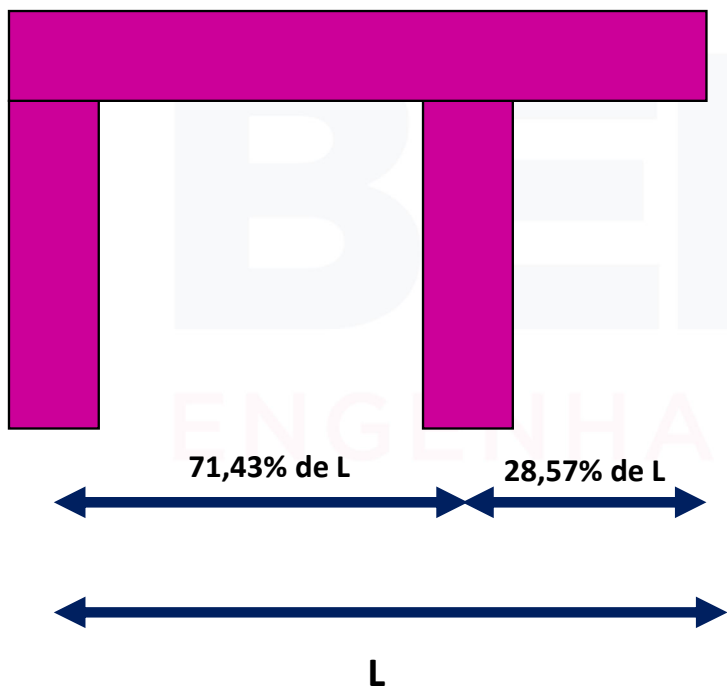
SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

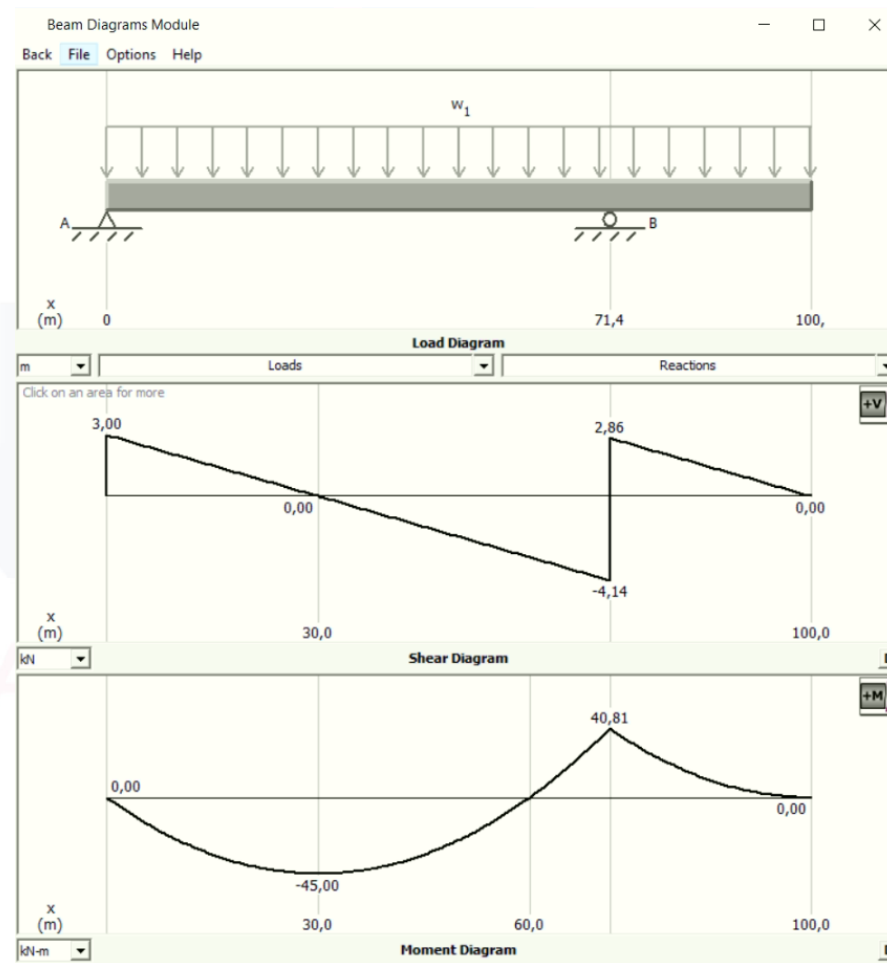
## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

### PERFIS ALMA CHEIA

USO DE BALANÇO COM QUALIDADE



www.benzor.com.br



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

### PERFIS ALMA CHEIA

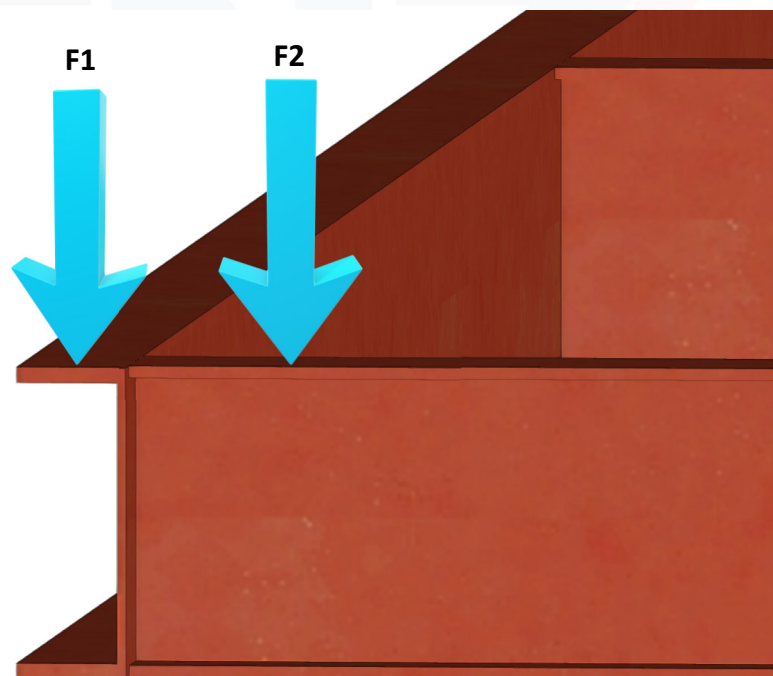
#### PERFIS DE ALMA CHEIA

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.

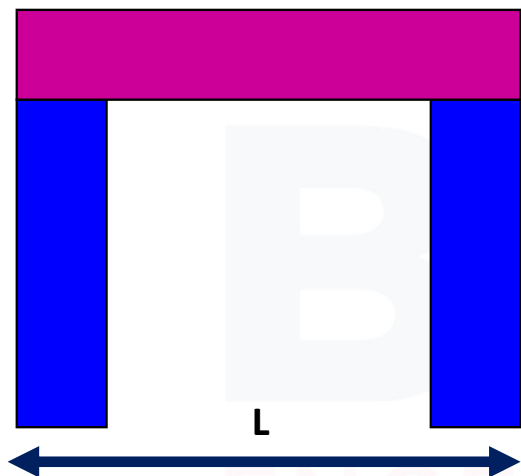


# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

### PERFIS ALMA CHEIA

www.benzor.com.br



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

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

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

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

Na dúvida use o maior valor

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
Class  
ENGINEER

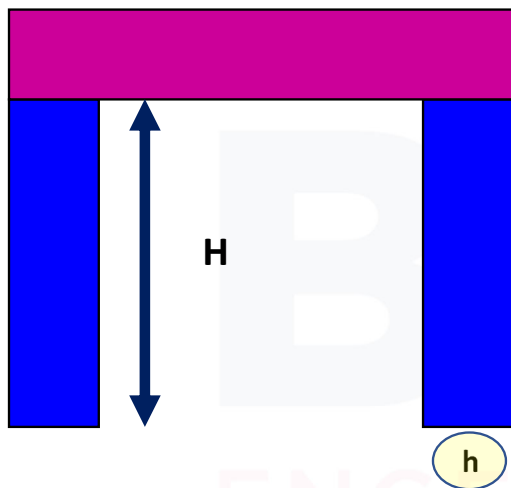
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

### PERFIS ALMA CHEIA

www.benzor.com.br

#### 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

ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# **PROJETISTA DE**

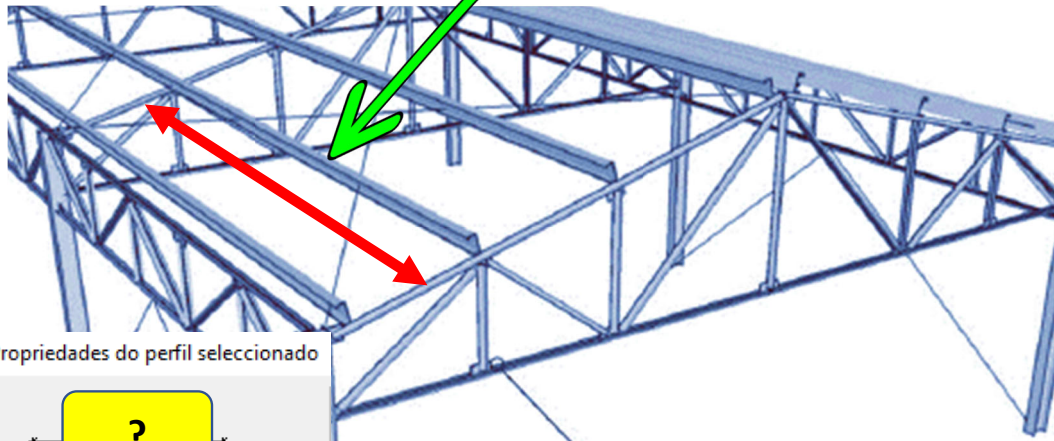
## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

### **AULA 11**

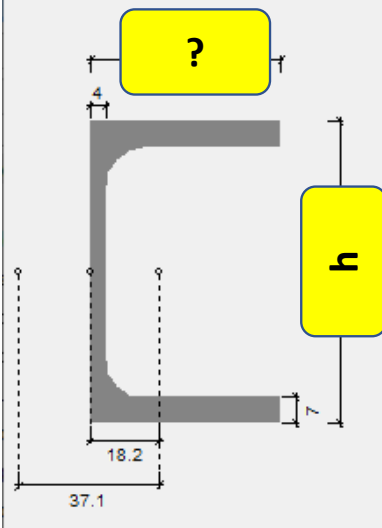
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## PRÉ DIMENSIONAMENTO E CRITÉRIOS

### TERÇAS



Propriedades do perfil seleccionado



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

www.benzor.com.br

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## 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 <sup>2</sup> e 23kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 20m .....	entre 23kg/m <sup>2</sup> e 26kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 25m .....	entre 26kg/m <sup>2</sup> e 30kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 30m .....	entre 30kg/m <sup>2</sup> e 34kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 35m .....	entre 34kg/m <sup>2</sup> e 38kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 40m .....	entre 38kg/m <sup>2</sup> e 42kg/m <sup>2</sup>

BENZOR  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
Class  
ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## 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 <sup>2</sup> e 10kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 20m .....	entre 10kg/m <sup>2</sup> e 12kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 25m .....	entre 12kg/m <sup>2</sup> e 18kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 30m .....	entre 18kg/m <sup>2</sup> e 20kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 35m .....	entre 20kg/m <sup>2</sup> e 23kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 40m .....	entre 23kg/m <sup>2</sup> e 26kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 45m .....	entre 26kg/m <sup>2</sup> e 30kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 50m .....	entre 30kg/m <sup>2</sup> e 35kg/m <sup>2</sup>

BENZOR  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

## CONSUMO MÉDIO DE AÇO

### Galpão **treliçado em arco:**

Pé direito livre: 6m

Espaçamento entre pórticos: 6m

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

BENZOR  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

## 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 <sup>2</sup> e 35kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 8m .....	entre 35kg/m <sup>2</sup> e 40kg/m <sup>2</sup>
Vão Livre até 10m .....	entre 40kg/m <sup>2</sup> e 45kg/m <sup>2</sup>

BENZOR  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
Class  
ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

## 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/m<sup>2</sup> e 45kg/m<sup>2</sup>

Vão Livre até 8m ..... entre 45kg/m<sup>2</sup> e 50kg/m<sup>2</sup>

BENZOR  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

## CONSUMO MÉDIO DE AÇO

### Mezaninos

Para uma estrutura com carregamento previsto entre 300 a 500Kgf/m<sup>2</sup>

Qualquer área..... entre 35kg/m<sup>2</sup> e 45kg/m<sup>2</sup>

**BENZOR**  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
Class  
ENGINEER

# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

# **AULA 12**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

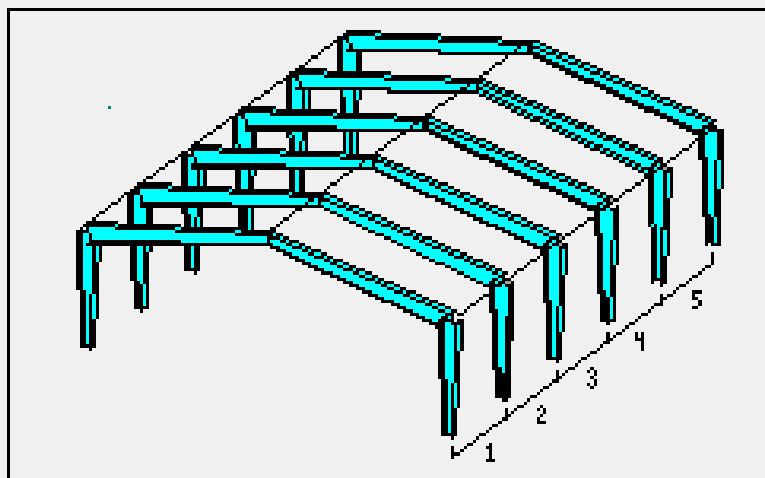
www.benzor.com.br

## 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

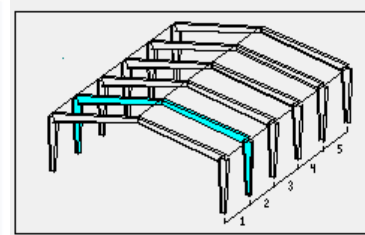


### 👉 ESTRUTURA PRINCIPAL

#### ➔ PÓRTICOS SIMPLES

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

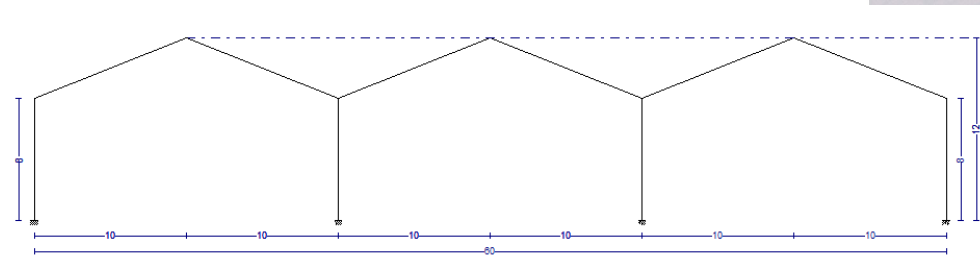
Não confunda esse vão com a distância entre pórticos, esse vão que estamos mencionando aqui é do pórtico isolado



### 👉 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**



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA

### ESTRUTURA PRINCIPAL

### PÓRTICOS MÚLTIPLOS

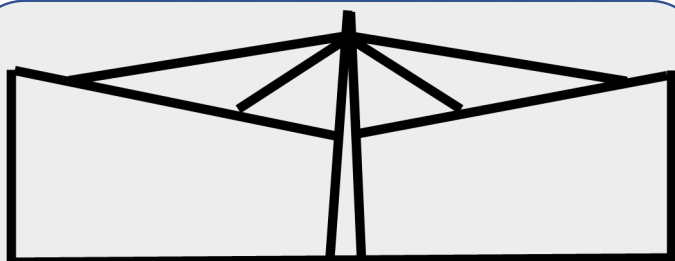
Ao contrário do pórtico simples, usamos esse tipo quando o pórtico simples torna-se inviável economicamente, isso ocorre quando o vão ultrapassa aproximadamente os 30m



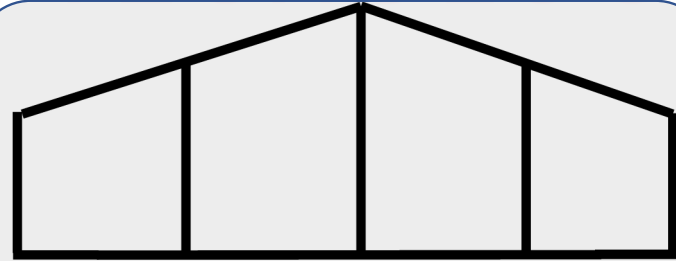
PÓRTICOS MÚLTIPLOS COM VÃO EQUIDISTANTE



PÓRTICO PRINCIPAL COM ANEXOS



PÓRTICOS ESTAIADO



PÓRTICOS MÚLTIPLOS DUAS ÁGUAS

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA

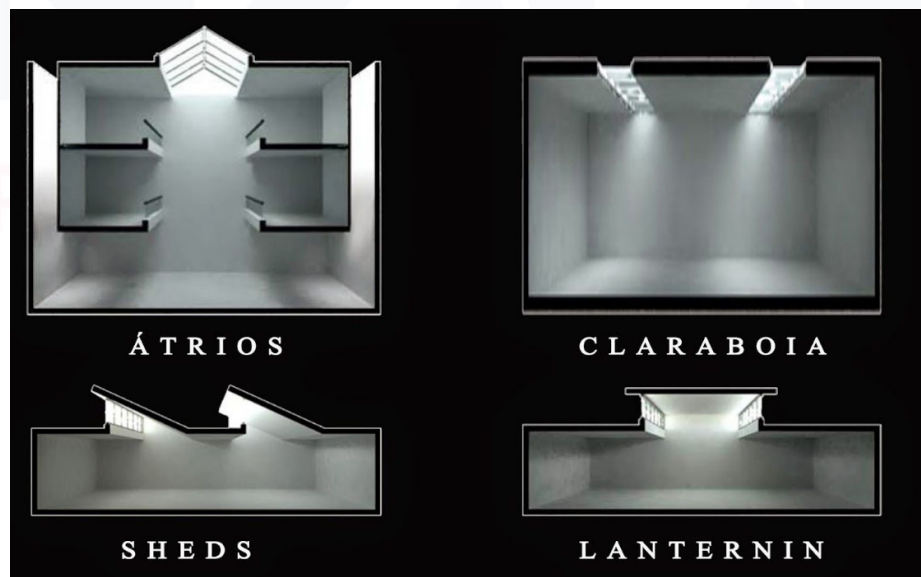
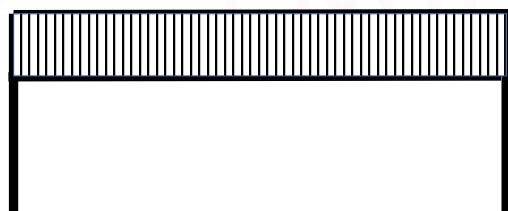
➔ **ESTRUTURA PRINCIPAL**

➔ **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**



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA

### ESTRUTURA PRINCIPAL

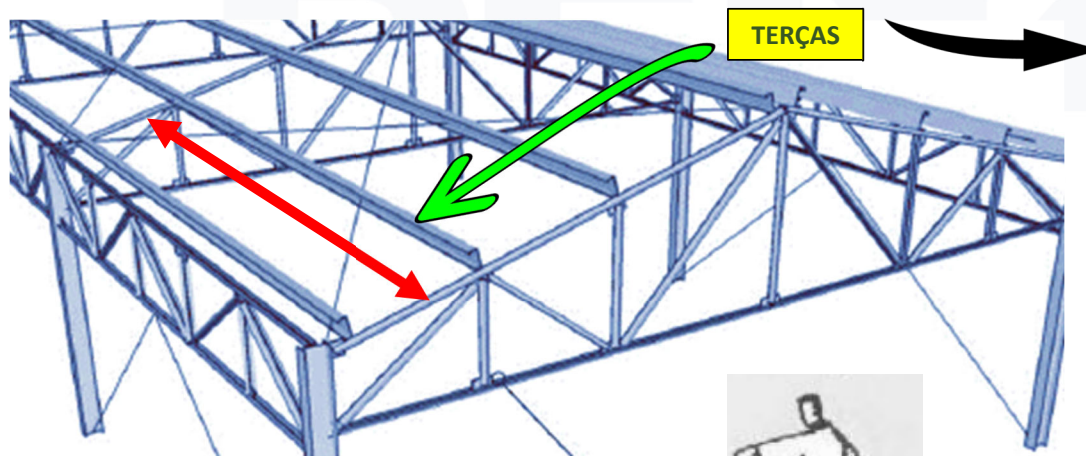
### COBERTURA

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 solicitam 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

## COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA

[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

 **ESTRUTURA PRINCIPAL**

 **FECHAMENTO LATERAL**



SEJA BEM-VINDO A

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA

👉 ESTRUTURA PRINCIPAL



FECHAMENTO LATERAL



[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

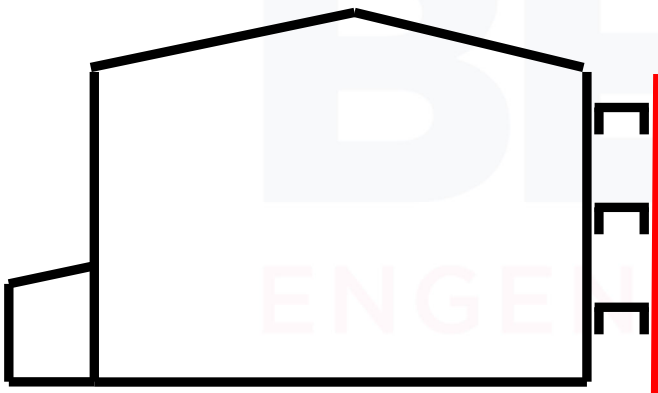
SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## COMPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA



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  $\psi_{0j}$  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  $\psi_j$ .

#### 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

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

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## 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  $\psi_{0j}$  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  $\psi_{0j}$ .

#### 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.

SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## 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  $\psi_{0j}$  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  $\psi_{2j}$ .

### 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  $\gamma_i = \gamma_{R1} \gamma_{R3}$

Combinações	Ações permanentes ( $\gamma_p$ ) <sup>a,c</sup>					
	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 ( $\gamma_v$ ) <sup>a,d</sup>					
	Efeito da temperatura <sup>b</sup>	Ação do vento	Ações truncadas <sup>e</sup>	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  $\psi_0$  e de redução  $\psi_1$  e  $\psi_2$  para as ações variáveis

Ações	$\gamma_{R1}$ <sup>a</sup>			
	$\psi_0$	$\psi_1$ <sup>d</sup>	$\psi_2$ <sup>e</sup>	
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 <sup>b)</sup>	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 <sup>c</sup>	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

<sup>a</sup> Ver alínea c) de 4.7.5.3.

<sup>b</sup> Edificações residenciais de acesso restrito.

<sup>c</sup> Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.

<sup>d</sup> Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar  $\psi_1$  igual a 1,0.

<sup>e</sup> Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para  $\psi_2$  o valor zero.

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
 CLASS ENGINEER

### 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  $\psi_2 F_{Qj,k}$ .

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  $\psi_1 F_{Qj,k}$ .

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## 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 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

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

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações  $\gamma_f = \gamma_R \gamma_B$

Combinações	Ações permanentes ( $\gamma_g$ ) <sup>a,c</sup>					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 ( $\gamma_q$ ) <sup>a,d</sup>				Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação	
	Efeito da temperatura <sup>b</sup>	Ação do vento	Ações truncadas <sup>e</sup>			
	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  $\psi_0$ , e de redução  $\psi_1$  e  $\psi_2$  para as ações variáveis

Ações		$\gamma_{fr}$ <sup>a</sup>		
		$\psi_0$	$\psi_1$ <sup>d</sup>	$\psi_2$ <sup>e</sup>
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 <sup>b)</sup>	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 <sup>c</sup>	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

<sup>a</sup> Ver alínea c) de 4.7.5.3.

<sup>b</sup> Edificações residenciais de acesso restrito.

<sup>c</sup> Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.

<sup>d</sup> Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar  $\psi_1$  igual a 1,0.

<sup>e</sup> Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para  $\psi_2$  o valor zero.

# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**






# **AULA 14**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## 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.

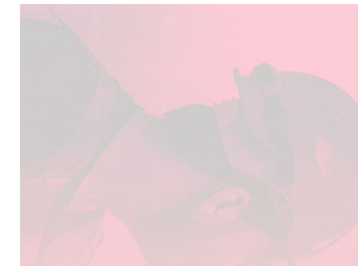


Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações  $\gamma_f = \gamma_{fl} \gamma_{f3}$

Combinações	Ações permanentes ( $\gamma_g$ ) <sup>a,c</sup>					
	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 ( $\gamma_q$ ) <sup>a,d</sup>					
	Efeito da temperatura <sup>b</sup>	Ação do vento	Ações truncadas <sup>e</sup>	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		

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## 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:

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

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 2 — Valores dos fatores de combinação  $\psi_0$  e de redução  $\psi_1$  e  $\psi_2$  para as ações variáveis

Ações		$\gamma_{fi}$ <sup>a</sup>		
		$\psi_0$	$\psi_1$ <sup>d</sup>	$\psi_2$ <sup>e</sup>
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 <sup>b)</sup>	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 <sup>c)</sup>	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 ( $\gamma_a$ ) <sup>a,d</sup>			
	Efeito da temperatura <sup>b)</sup>	Ação do vento	Ações truncadas <sup>e)</sup>	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

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## 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:  $0,2 + 0,135 + 0,99 + 25,2 = 26,52$  KN/M

👉 Opção 2:  $0,2 + 0,135 + 42 + 0,693 = 43,02$  KN/M

#### USE O ESFORÇO CRÍTICO

👉 **43,02 KN/M**

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação  $\psi_0$  e de redução  $\psi_1$  e  $\psi_2$  para as ações variáveis

Ações		$\gamma_{f2}^a$		
		$\psi_0$	$\psi_1^d$	$\psi_2^e$
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 <sup>b)</sup>	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 <sup>c)</sup>	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 ( $\gamma_a$ ) <sup>a,d</sup>			
	Efeito da temperatura <sup>b)</sup>	Ação do vento	Ações truncadas <sup>e)</sup>	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**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTO NBR 8800

### EXEMPLO 2 – COMBINAÇÃO NORMAL

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

➡ PESO DE ACESSÓRIOS = **FG2** PERMANENTE

- TUBULAÇÃO (PESO LÍQUIDO) SEM PESO DO LÍQUIDO, GÁS OU PARTÍCULAS 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 MÍNIMO DE  $0,25 \text{ kN/m}^2$  = **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, PARTÍCULAS 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 ESPECIAIS, GERALMENTE ADOTAMOS  $4 \text{ kN/m}^2$

➡ 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  $0^\circ$  = **FW1** AÇÃO VARIÁVEL

➡ AÇÃO DE VENTO  $90^\circ$  = **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  $0,25 \text{ kN/m}^2$ , 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  $0,05 \text{ kN/m}^2$ .

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## 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 0,25KN/M<sup>2</sup> = **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

[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

BENZOR  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## 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

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

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

Tabela 1 — Valores dos coeficientes de ponderação das ações  $\gamma_f = \gamma_{R1} \gamma_{R2}$

Combinações	Ações permanentes ( $\gamma_g$ ) <sup>a,c</sup>					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 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 ( $\gamma_q$ ) <sup>a,d</sup>					
	Efeito da temperatura <sup>b</sup>		Ação do vento	Ações truncadas <sup>e</sup>		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		

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

➡ PESO DE ACESSÓRIOS = **FG2** PERMANENTE

➡ SOBRECARGA DE COBERTURA MINIMO DE 0,25KN/M<sup>2</sup> = **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

www.benzor.com.br

Tabela 2 — Valores dos fatores de combinação  $\psi_0$ , e de redução  $\psi_1$ , e  $\psi_2$  para as ações variáveis

Ações		$\gamma_{R1}$ <sup>a</sup>		
		$\psi_0$	$\psi_1$ <sup>b</sup>	$\psi_2$ <sup>c</sup>
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 <sup>d)</sup>	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 <sup>e</sup>	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

<sup>a</sup> Ver alínea c) de 4.7.5.3.

<sup>b</sup> Edificações residenciais de acesso restrito.

<sup>c</sup> Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.

<sup>d</sup> Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar  $\psi_1$  igual a 1,0.

<sup>e</sup> Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para  $\psi_2$  o valor zero.

INGENHEIRO VINDOR

# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

# **AULA 16**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO – NBR 6123

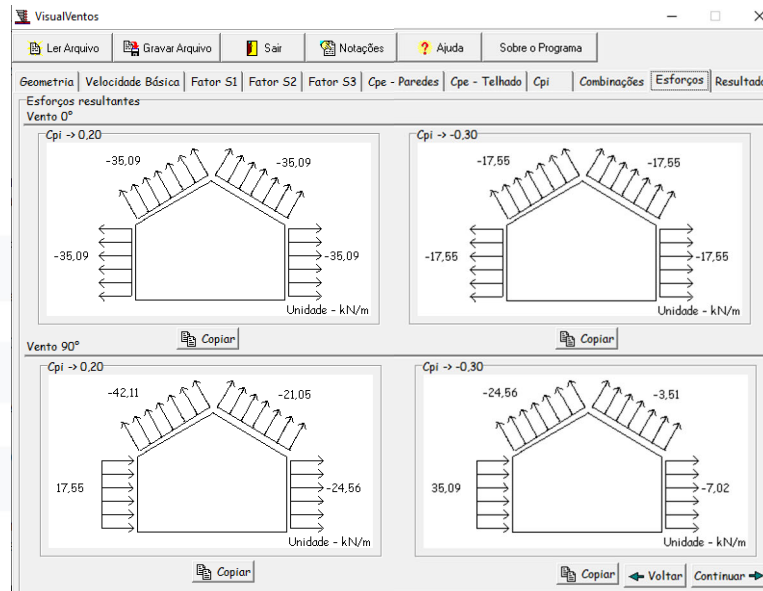
#### O QUE CÁLCULAR?

Calcular a carga que irá atuar nos perfis metálicos.

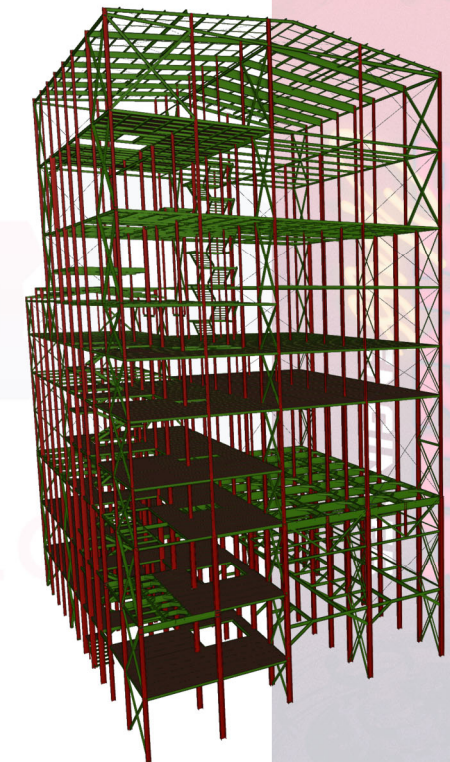
Em galpões devemos buscar as cargas que atuam nos pórticos, mas você pode otimizar esse cálculo encontrando a pressão que atuam nas faces da sua estrutura.

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



www.benzor.com.br



SEJA BEM-VINDO

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO - NBR 6123

VK – Velocidade característica

☞  $V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$

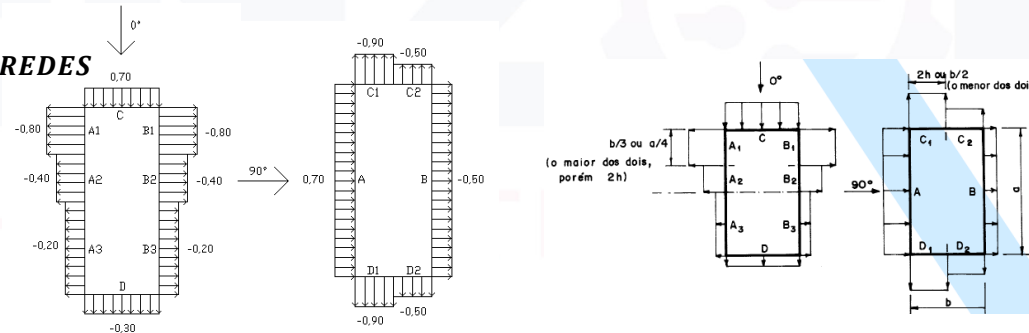
Q – Pressão dinâmica

☞  $q = 0,613 * V_k^2 = N/m^2$

Coeficiente de parede externo

☞ *Encontre todos Coeficientes  $C_e$  para PAREDES*

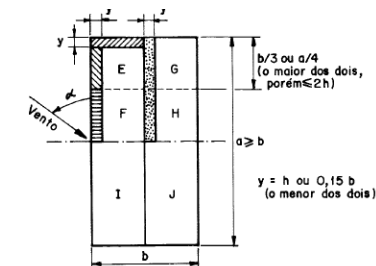
ONDE? TABELA 4 NBR 6123



Coeficiente de telhado externo

☞ *Encontre todos Coeficientes  $C_e$  para TELHADO*

ONDE? TABELA 5 NBR 6123



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## 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 →  $C_{pi} = +0.2$
  - 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  $0^\circ$  →  $C_{pi}$  = à calcular
  - vento a  $90^\circ$  →  $C_{pi}$  = à calcular

Combinar coeficiente de pressão interna e externa

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

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

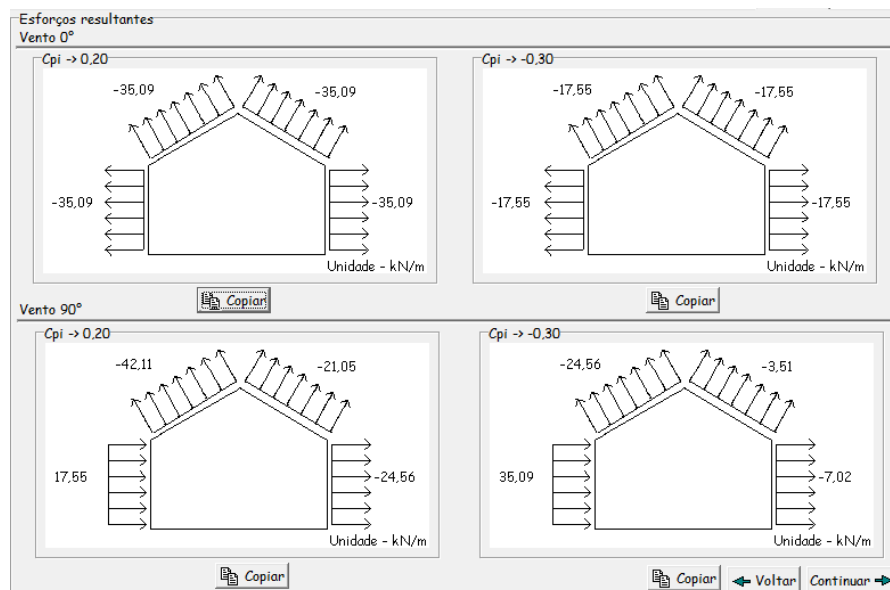
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO - NBR 6123

www.benzor.com.br

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

Class

ENGINEER

ENGINEER

# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

# **AULA 17**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

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

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

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

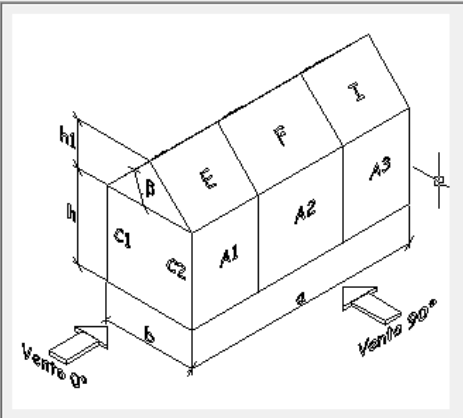
Dimensões

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 <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
A2	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
A3	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
B1	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
B2	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
B3	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
C1	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
C2	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
D1	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
D2	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>

Continuar

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

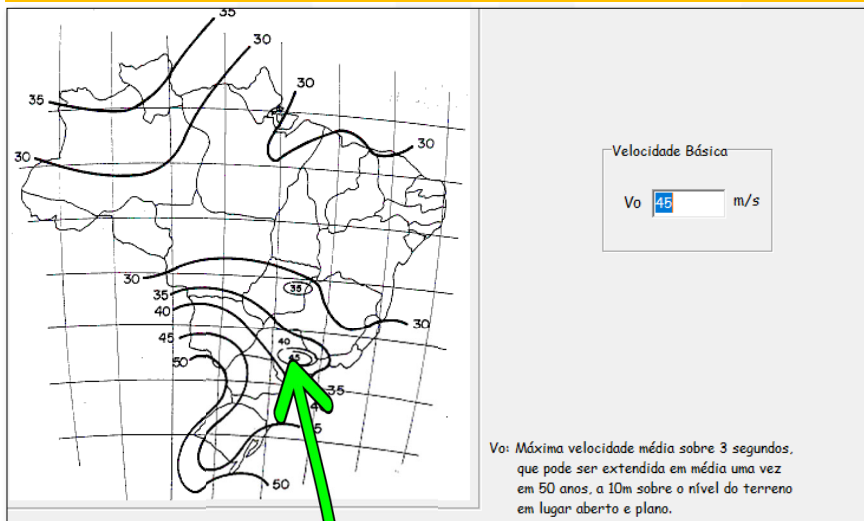
### VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

#### 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

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## 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

Diagrama de terreno com talude (A-B-C) e morro (A-B-C). O fator S1(z) é definido em função da altura z e da distância d. O diagrama mostra a distribuição do fator S1(z) em função da altura z para diferentes tipos de terreno.

Fator S1

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

Taludes e Morros

$\phi$   °

z  m

d  m

Calcular

S1 1.00

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

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## 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.

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
Class  
ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## 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.

[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
Class ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

## 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
		III	350	b	0,94
p	0,10			0,105	0,115
IV	420	b	0,86	0,85	0,84
		p	0,12	0,125	0,135
V	500	b	0,74	0,73	0,71
		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

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## 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 matas, 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

S2

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

## PASSO 3 DETERMINAÇÃO S<sub>3</sub>

👉  $V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$

$S_3 = 0,95$

Tabela 3 - Valores mínimos do fator estatístico S<sub>3</sub>

Grupo	Descrição	S <sub>3</sub>
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 S<sub>3</sub>

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

S<sub>3</sub> 0,95

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

#### PASSO 4 DETERMINAÇÃO do VK

👉  $V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$

$$V_0 = 45m/s$$

$$S_1 = 1$$

$$S_2 = 0,83$$

$$S_3 = 0,95$$

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

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

www.benzor.com.br

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
Class  
ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

PASSO 5 DETERMINAÇÃO do  $q$

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

👉  $q = 0,613 * 35,48^2 = N/m^2$

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

$$q = 771,66/1000 = 0,772KN/m^2$$

[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

BENZOR  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
Class  
ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO - EXEMPLO RESOLVIDO

**PASSO 5** DETERMINAÇÃO do  $q$  em casos de estruturas altas

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

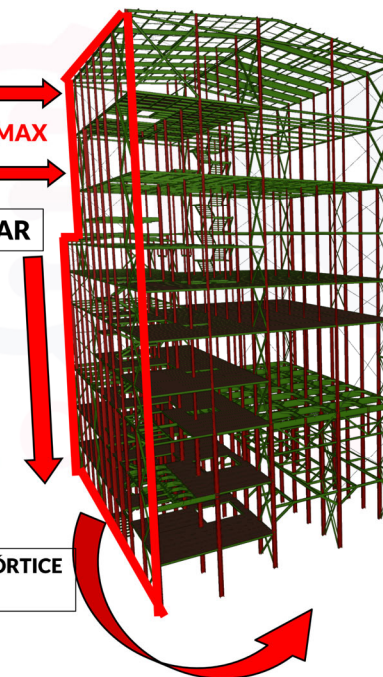
#### CALCULO DO $V_k$

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



www.benzor.com.br

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

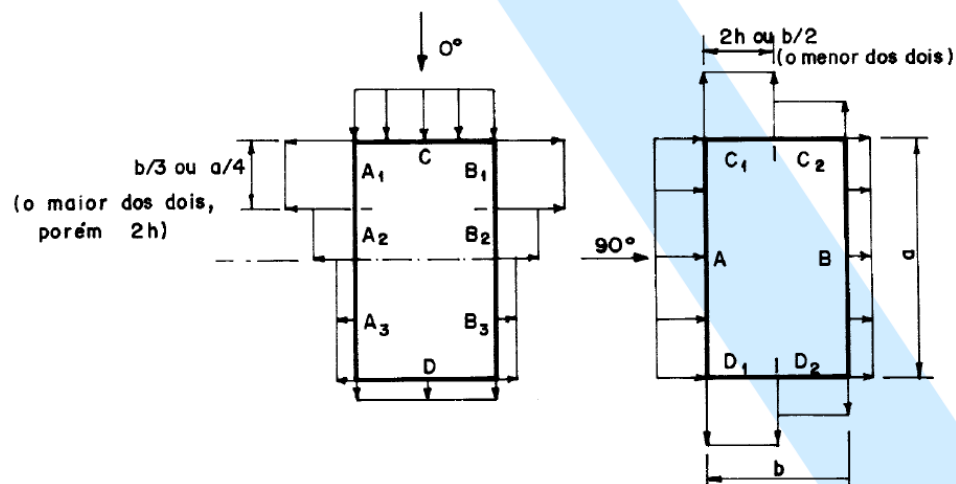
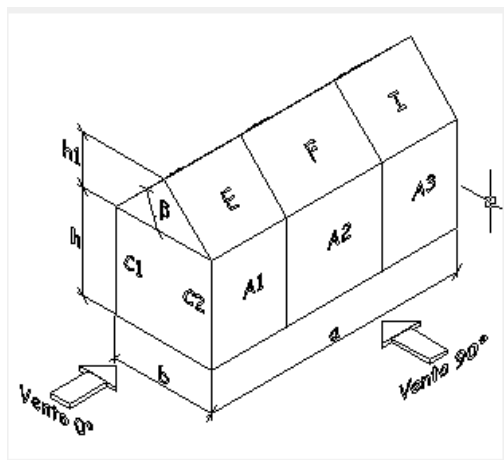
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES  $C_e$

ONDE? **TABELA 4 NBR 6123**



VENTO  $0^\circ$

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

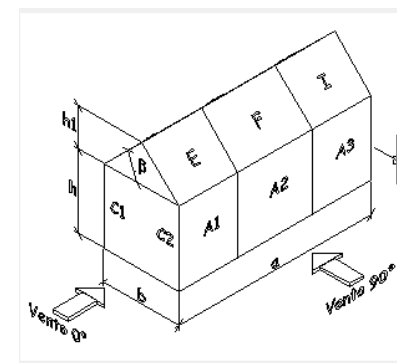
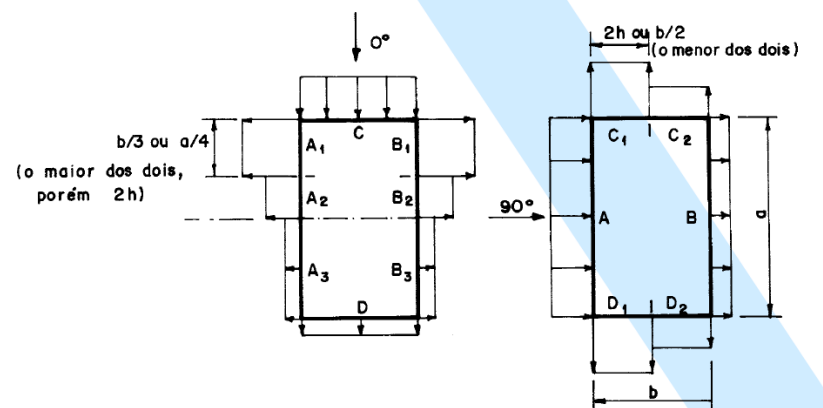
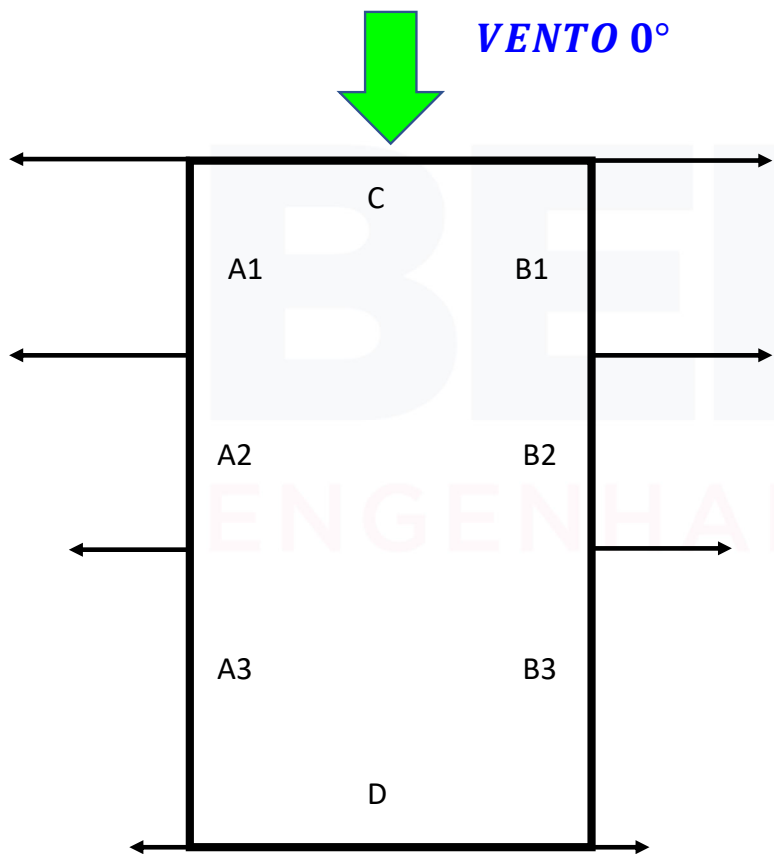
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

#### PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES $C_e$

**VENTO 0°**



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

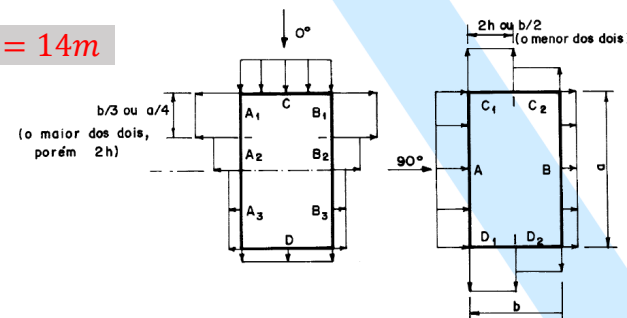
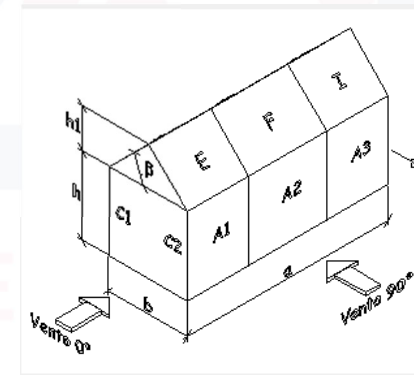
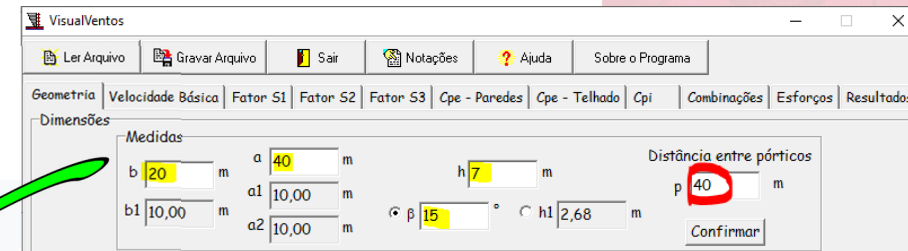
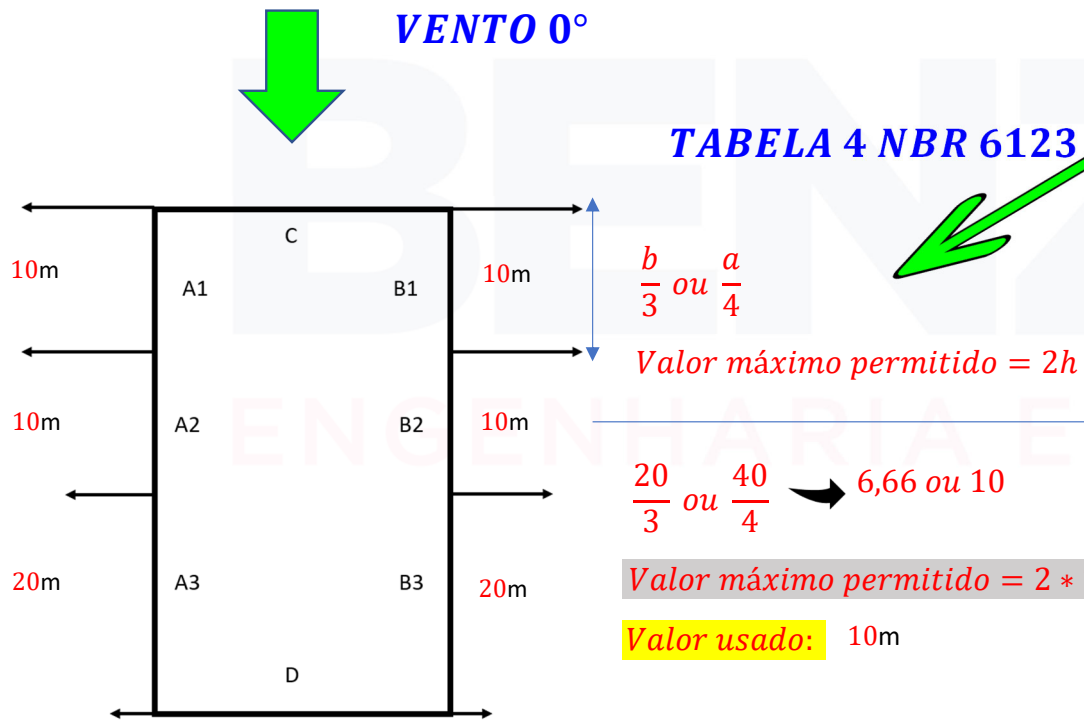
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

#### PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES Ce



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

#### 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

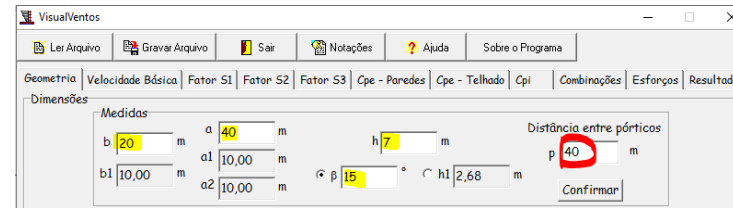
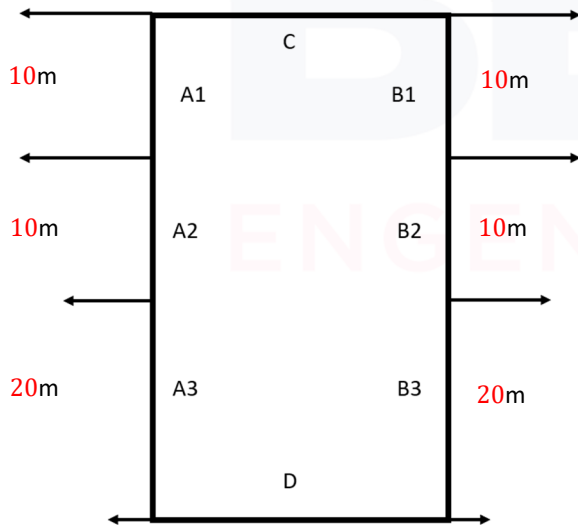


Tabela 4 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para paredes de edificações de planta retangular

Altura relativa	Valores de C <sub>pe</sub> para								C <sub>pe</sub> médio
	α = 0°				α = 90°				
	A <sub>1</sub> e B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> e B <sub>2</sub>	C	D	A	B	C <sub>1</sub> e D <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> e D <sub>2</sub>	
 $0,2 < \frac{h}{b} < 0,5$	$1 \leq \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$ - 0,8	- 0,5	+ 0,7	- 0,4	+ 0,7	- 0,4	- 0,8	- 0,4	- 0,9
$2 \leq \frac{a}{b} \leq 4$ $\frac{h}{b} < \frac{1}{2}$	- 0,8	- 0,4	+ 0,7	- 0,3	+ 0,7	- 0,5	- 0,9	- 0,5	- 1,0
 $\frac{1}{2} < \frac{h}{b} \leq \frac{3}{2}$	$1 \leq \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$ - 0,9	- 0,5	+ 0,7	- 0,5	+ 0,7	- 0,5	- 0,9	- 0,5	- 1,1
$2 \leq \frac{a}{b} \leq 4$	- 0,9	- 0,4	+ 0,7	- 0,3	+ 0,7	- 0,6	- 0,9	- 0,5	- 1,1
 $\frac{3}{2} < \frac{h}{b} \leq 6$	$1 \leq \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$ - 1,0	- 0,6	+ 0,8	- 0,6	+ 0,8	- 0,6	- 1,0	- 0,6	- 1,2
$2 \leq \frac{a}{b} \leq 4$	- 1,0	- 0,5	+ 0,8	- 0,3	+ 0,8	- 0,6	- 1,0	- 0,6	- 1,2

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

#### PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES $C_e$

VENTO  $0^\circ$



Calcule agora o  $a/b$

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

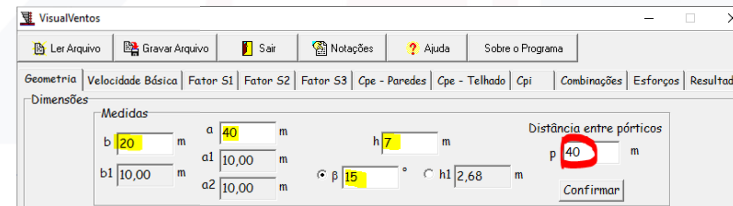
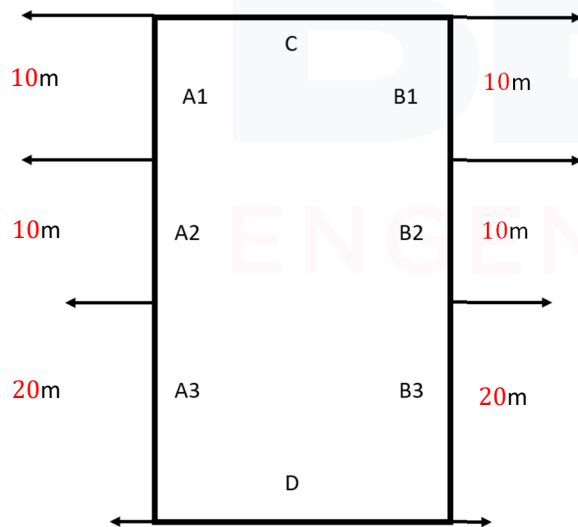


Tabela 4 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para paredes de edificações de planta retangular

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
$0,2 \leq \frac{h}{b} \leq 1$ ou $\frac{h}{a}$ (o menor dos dois)	-0,8	-0,4	+0,7	-0,3	+0,7	-0,5	-0,9	-0,5	-1,0
$\frac{h}{b} \leq \frac{1}{2}$									

SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
Class ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

## PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES $C_e$

VENTO  $0^\circ$

ATRIBUA OS VALORES DE  $C_e$   
A1-A2-B1-B2-C-D

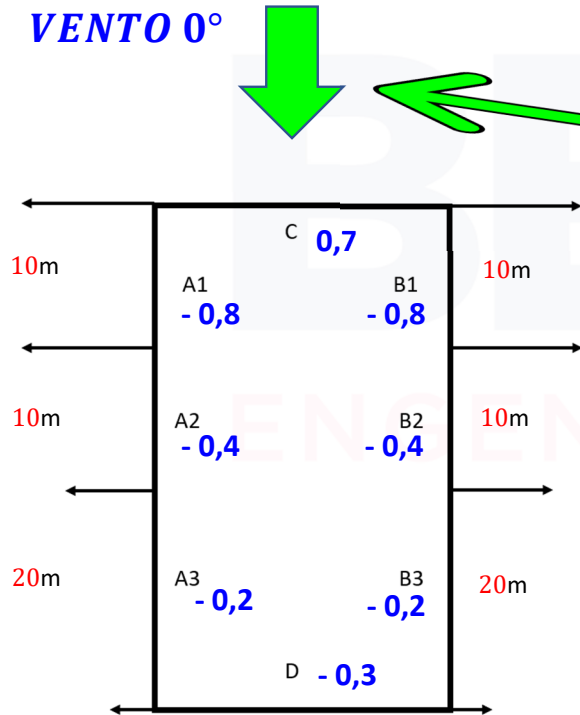


Tabela 4 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para paredes de edificações de planta retangular

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  $C_e$

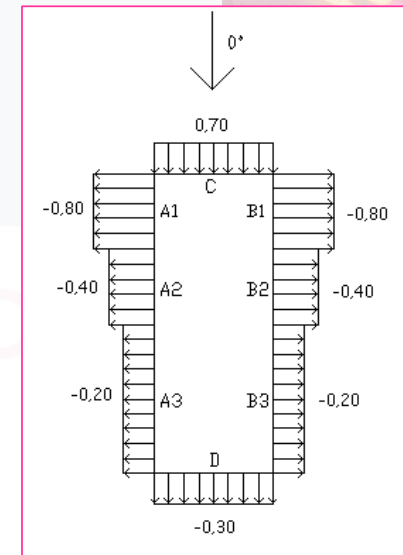
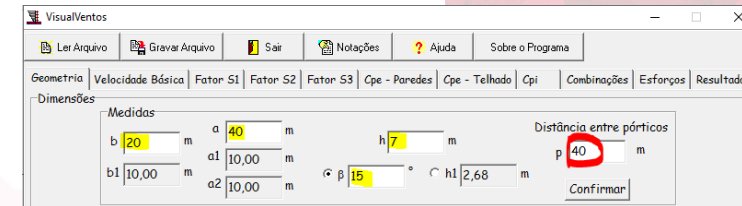
A3-B3

b) Para vento a  $0^\circ$ , 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 =  $-0,2$



SEJA BEM-VINDO A

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

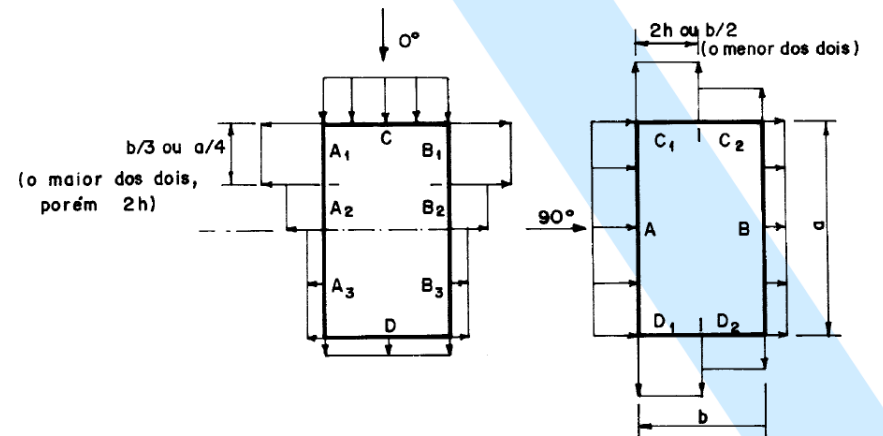
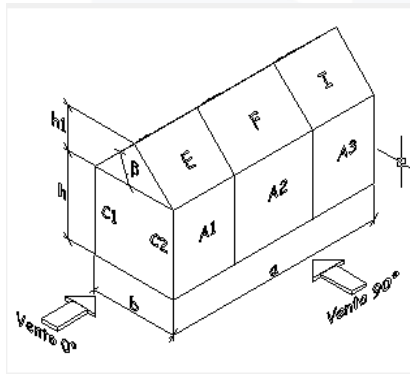
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES  $C_e$

ONDE? **TABELA 4 NBR 6123**



# VENTO 90°

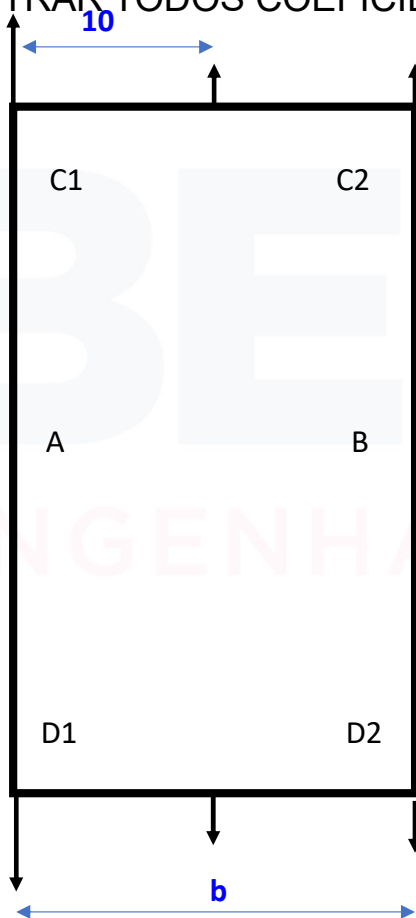
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

#### PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES $C_e$ Parede

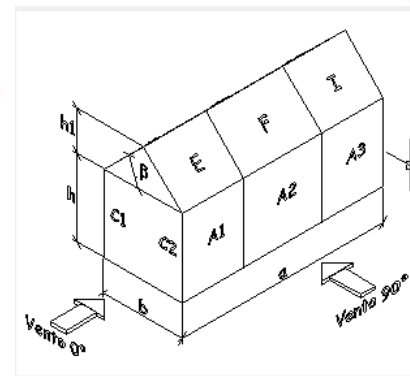
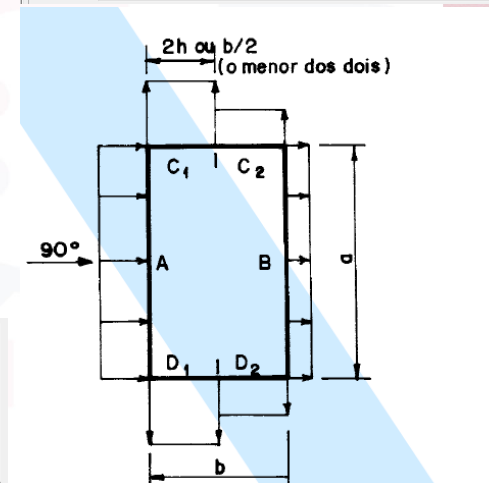
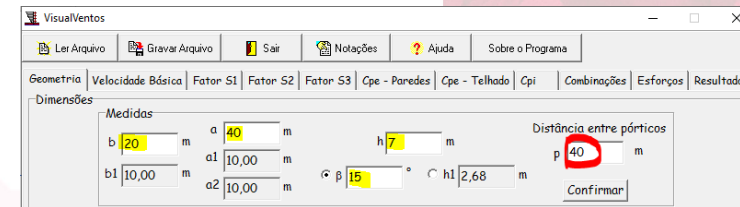


#### TABELA 4 NBR 6123

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

14 ou 10

Usar o menor = 10



SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
ENGINEER

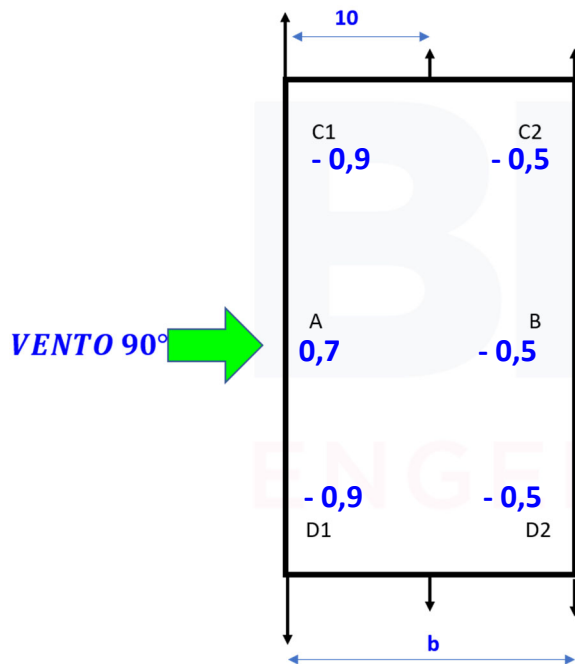
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

#### PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES $C_e$ Parede

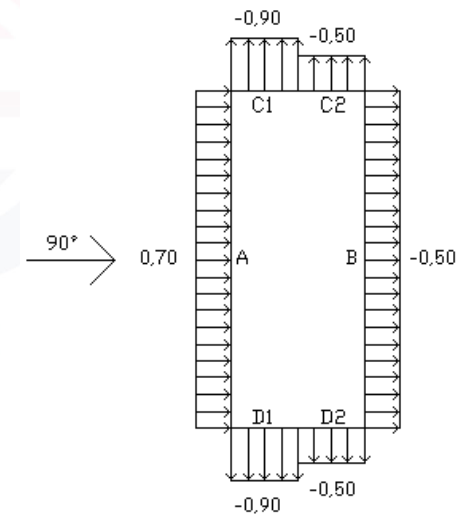
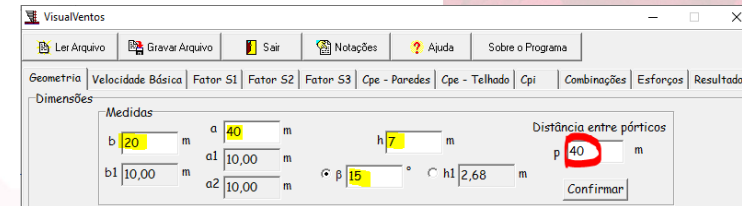


#### ATRIBUA OS VALORES DE $C_e$ A-B-C1-D1-C2-D2

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 $D_2$	
$1 \leq \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$  0,2 b ou h (o menor dos dois) $\frac{h}{b} \leq \frac{1}{2}$	-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	-0,4	+0,7	-0,5	-0,9	-0,5	-1,0

TABELA 4 NBR 6123



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## 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	$\theta$	Valores de $C_{pe}$ para				$C_{pe}$ médio			
		$\alpha = 90^\circ$ (A)		$\alpha = 0^\circ$					
		EF	GH	EG	FH				
$\frac{h}{b} \leq \frac{1}{2}$ 	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	-1,1	-1,1	-1,2
	15°	-0,4	-0,4	-0,6	-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°	-0,4	-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	
$\frac{1}{4} \leq \frac{h}{b} \leq \frac{1}{2}$ 	0°	-0,8	-0,6	-1,0	-0,6	-2,0	-2,0	-2,0	--
	5°	-0,9	-0,6	-0,9	-0,6	-2,0	-2,0	-1,5	-1,0
	10°	-1,1	-0,6	-0,8	-0,6	-2,0	-2,0	-1,5	-1,2
	15°	-1,0	-0,6	-0,8	-0,6	-1,8	-1,5	-1,5	-1,2
	20°	-0,7	-0,5	-0,8	-0,6	-1,5	-1,5	-1,5	-1,0
	30°	-0,2	-0,5	-0,8	-0,8	-1,0			-1,0
	45°	+0,2	-0,5	-0,8	-0,8				
60°	+0,6	-0,5	-0,8	-0,8					
$\frac{1}{2} \leq \frac{h}{b} \leq 1$ 	0°	-0,8	-0,6	-0,9	-0,7	-2,0	-2,0	-2,0	--
	5°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-2,0	-2,0	-1,5	-1,0
	10°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-2,0	-2,0	-1,5	-1,2
	15°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-1,8	-1,8	-1,5	-1,2
	20°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-1,5	-1,5	-1,5	-1,2
	30°	-1,0	-0,5	-0,8	-0,7	-1,5			
	40°	-0,2	-0,5	-0,8	-0,7	-1,0			
50°	+0,2	-0,5	-0,8	-0,7					
60°	+0,5	-0,5	-0,8	-0,7					

Calcule  $h/b$

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

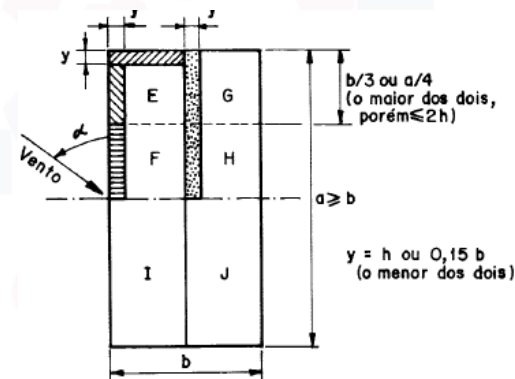


TABELA 5 NBR 6123

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

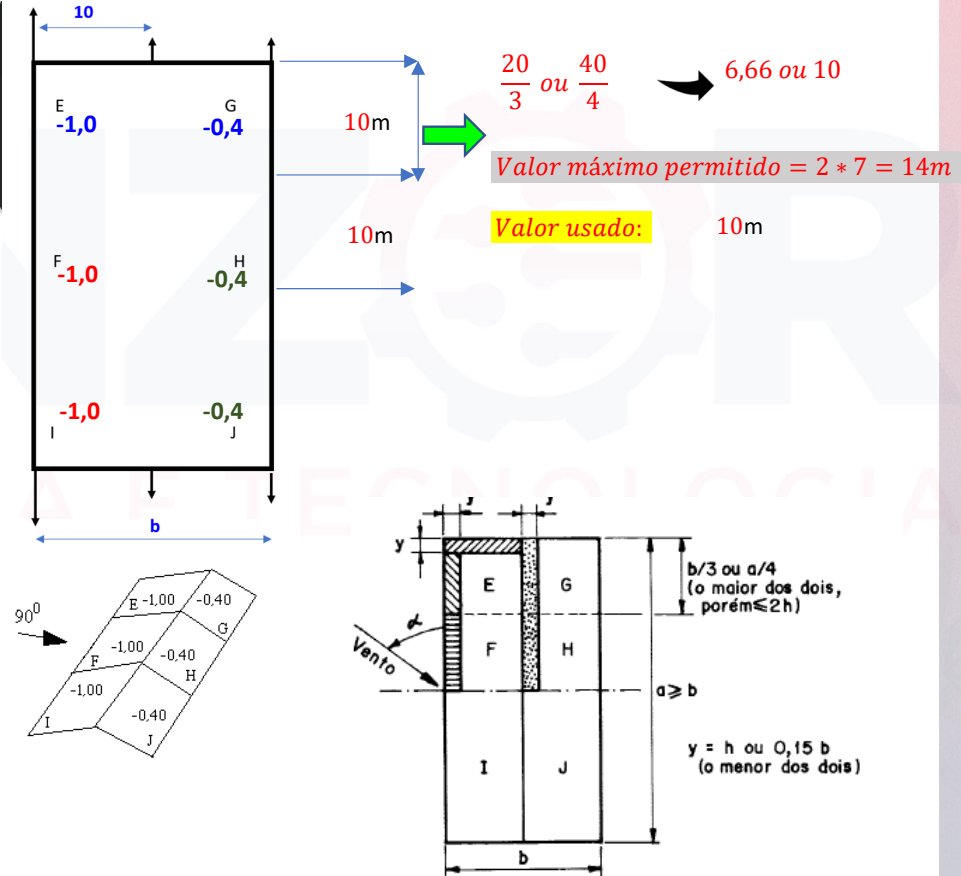
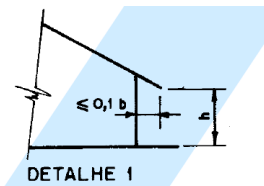
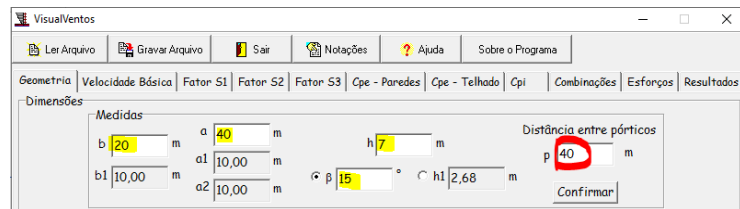
www.benzor.com.br

# VENTO 90° Telhado

## PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES C<sub>e</sub> - 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 <sub>e</sub> para				C <sub>pe</sub> médio			
		α = 90° (A)		α = 0°					
		EF	GH	EG	FH				
 <b>TABELA 5 NBR 6123</b>	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
	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



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
 PLAST ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

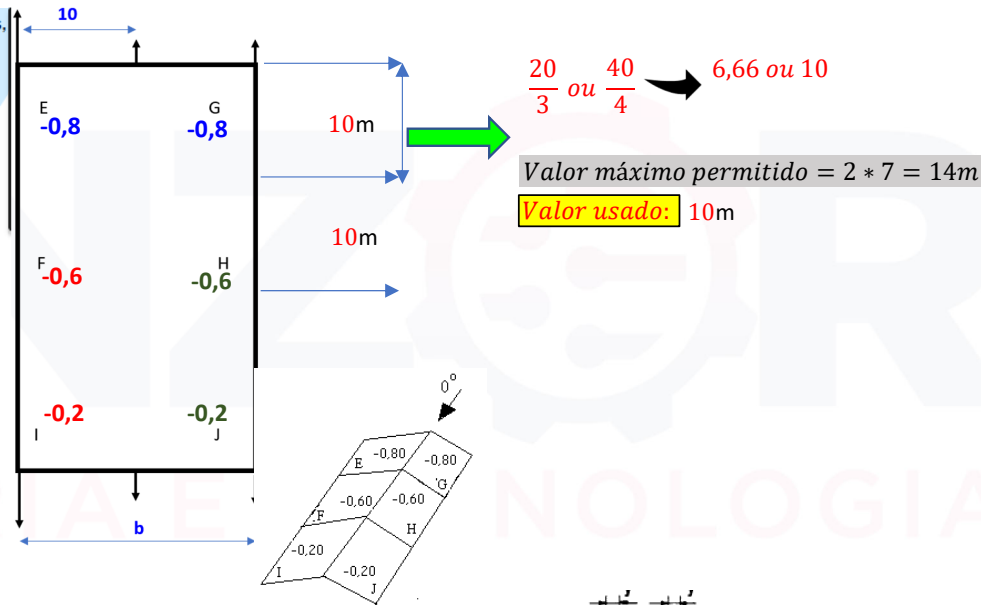
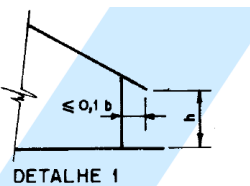
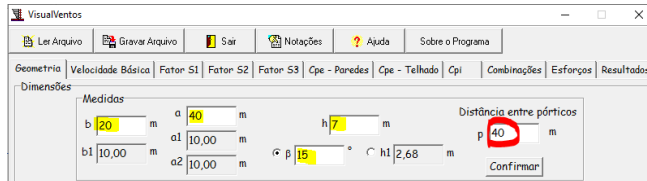
# VENTO 0° Telhado

## PASSO 6 ENCONTRAR TODOS COEFICIENTES Ce - TELHADO

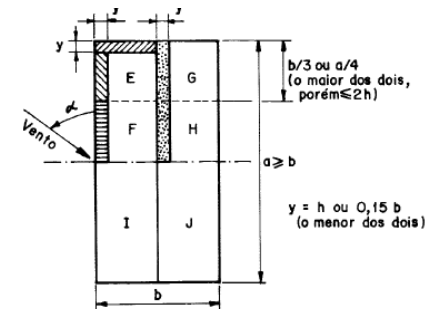
Tabela 5 - Coeficientes de pressão e de forma, externos, para telhados com duas águas, simétricos, em edificações de planta retangular

Altura relativa	θ	Valores de C <sub>e</sub> para				c <sub>pe</sub> médio			
		α = 90° (A)		α = 0°					
		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



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



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
 CLASS ENGINEER

# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

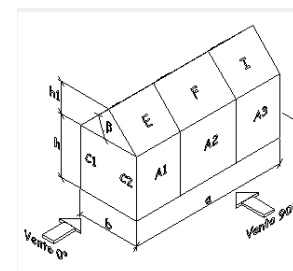
# **AULA 18**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

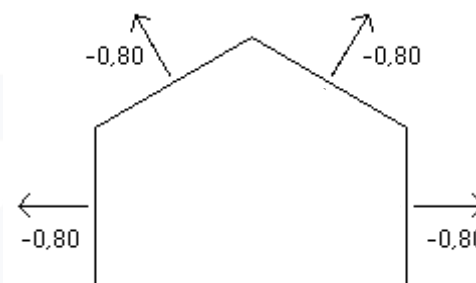
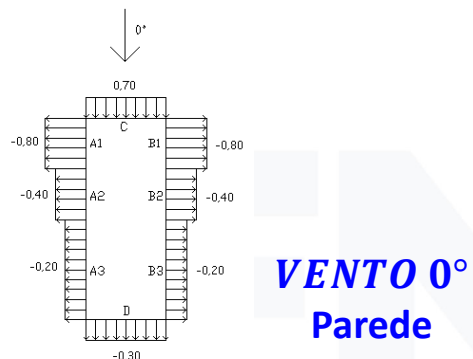
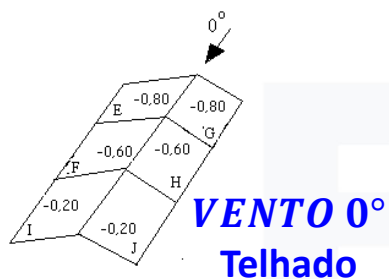
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

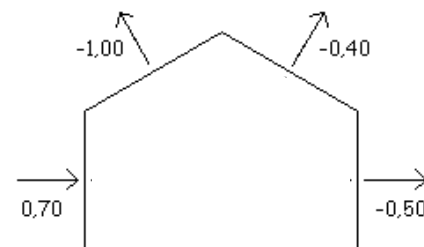
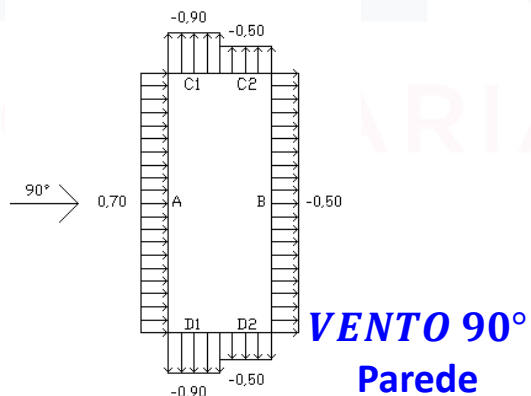
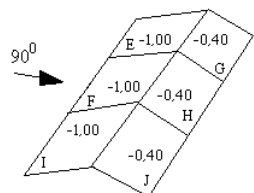
www.benzor.com.br



#### PASSO 7 REUNA OS DADOS



#### **VENTO 90°** Telhado



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

## 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  $\rightarrow C_{pi} = +0.2$
  - 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  $90^\circ \rightarrow C_{pi} = \text{à calcular}$

ZOR  
E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
CLASS ENGINEER

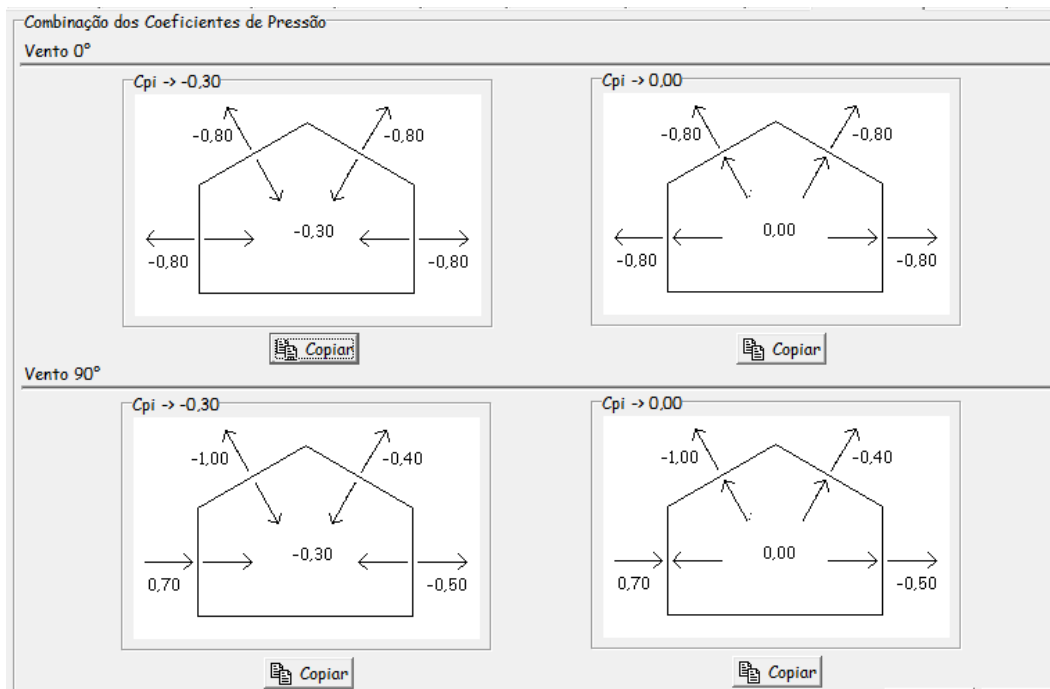
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

## PASSO 8 RESUMO DO COEFICIENTE DE PRESSÃO INTERNA

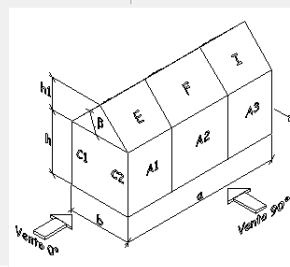


Coeficiente de pressão interna

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



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

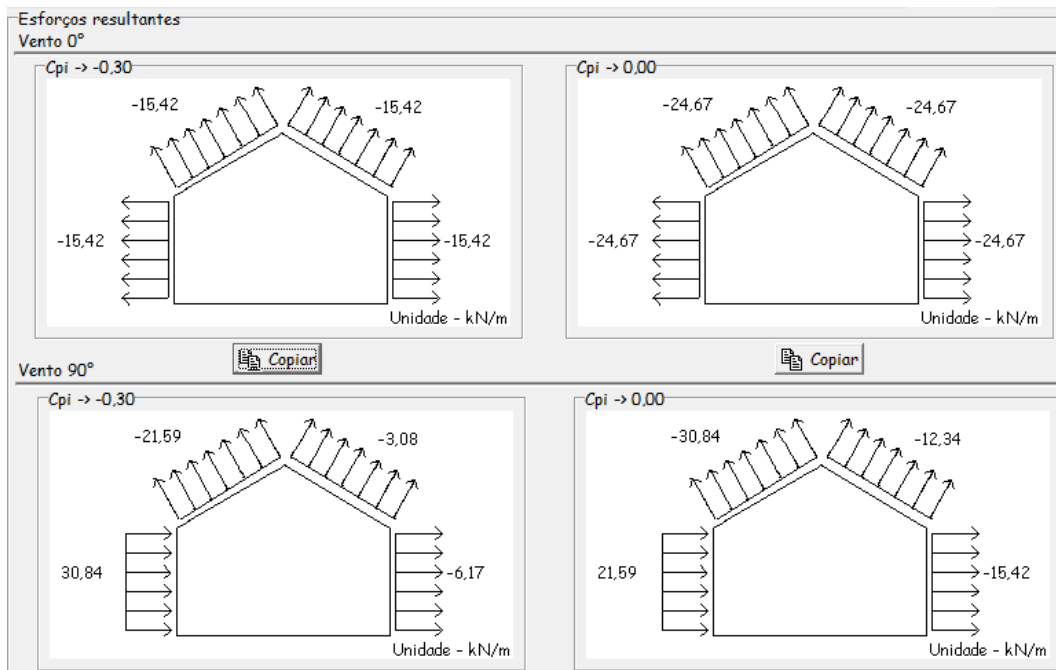
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

## PASSO 8 RESUMO DO COEFICIENTE DE PRESSÃO INTERNA

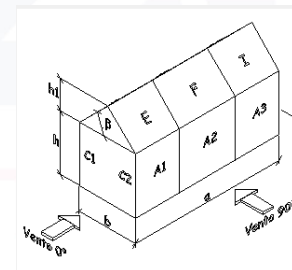


## Como isso foi calculado?

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

$l$  = comprimento entre porticos

$q$  = calculado no passo 2



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

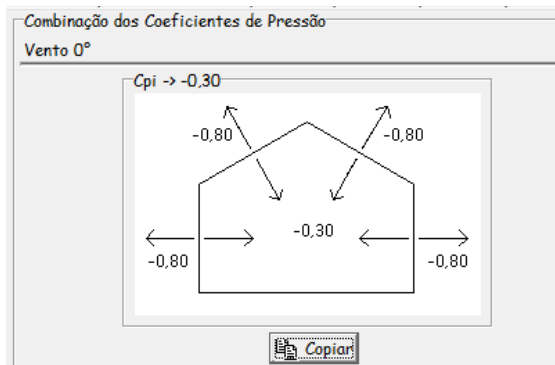
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

# VENTO 0°

## PASSO 9 CÁLCULO DO $q_l$



Como isso foi calculado?

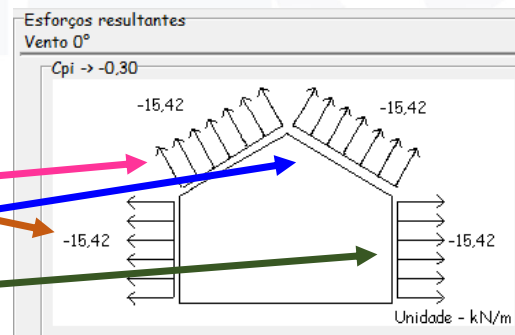
$$q_l = (C_e - C_1) * q * l = KN/m$$

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

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

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

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



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

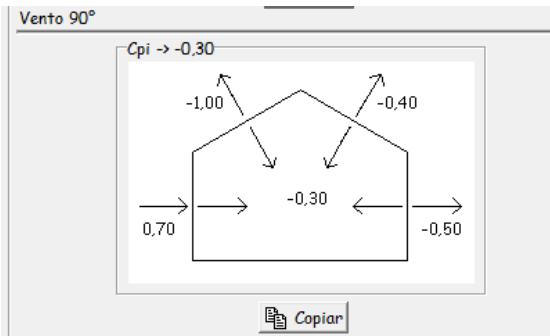
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO PAREDE E TELHAS - EXEMPLO RESOLVIDO

www.benzor.com.br

## VENTO 90°

### PASSO 9 CÁLCULO DO $q_l$



Como isso foi calculado?

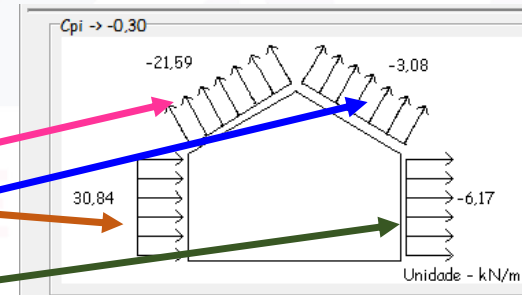
$$q_l = (C_e - C_1) * q * l = KN/m$$

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

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

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

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



# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

# **AULA 19**

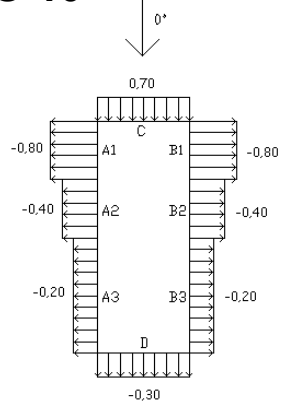
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO FUNDO DA ESTRUTURA

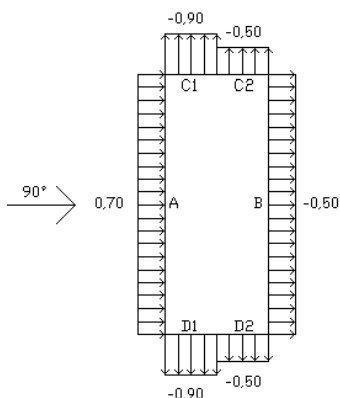
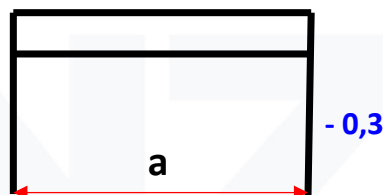
www.benzor.com.br

#### PASSO 10 COEFICIENTE DE PRESSÃO EXTERNA NOS FUNDOS



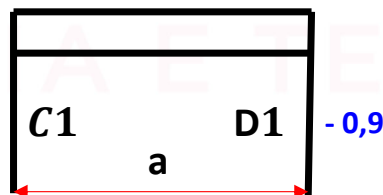
**VENTO 0°**  
**Parede**

+ 0,7

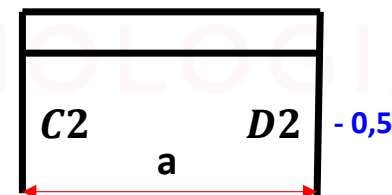


**VENTO 90°**  
**Parede**

-0,9



-0,5



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO FUNDO DA ESTRUTURA

www.benzor.com.br

## PASSO 10 COEFICIENTE DE PRESSÃO INTERNA NOS FUNDOS

Coeficiente de pressão interna

C<sub>pi</sub>

- Duas faces opostas igualmente permeáveis, as outras faces impermeáveis:
  - vento perpendicular a uma face permeável → C<sub>pi</sub> = +0,2
  - vento perpendicular a uma face impermeável → C<sub>pi</sub> = -0,3

- Quatro faces igualmente permeáveis → C<sub>pi</sub> = -0,3 ou 0,0

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

- Abertura dominante na face de barlavento → C<sub>pi</sub> = 0,10 ou 0,10
- Abertura dominante na face de sotavento → C<sub>pi</sub> = 0,70 ou 0,70

Abertura dominante em uma face paralela ao vento

- Abertura dominante não situada em zona de alta sucção externa → C<sub>pi</sub> = -0,80 ou -0,90
- Abertura dominante situada em zona de alta sucção externa → C<sub>pi</sub> = -0,40 ou -0,40

- Edificações efetivamente estanques e com janelas fixas que tenham uma probabilidade desprezável de serem rompidas por acidente → C<sub>pi</sub> = -0,2 ou 0,0

- Relação entre a área das aberturas e a área total da face:
  - vento a 0° → C<sub>pi</sub> = à calcular
  - vento a 90° → C<sub>pi</sub> = à calcular

ZOR  
E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### VENTO FUNDO DA ESTRUTURA

#### PASSO 10 CÁLCULO DE CARGAS NOS FUNDOS

www.benzor.com.br

Combinação dos Coeficientes de Pressão

Vento 0°

Cpi → -0,30	Cpi → 0,00
<p>+0,7   -0,3   -0,3 a</p>	<p>+0,7   0,0   -0,3 a</p>

Vento 90°

Cpi → -0,30	Cpi → 0,00
<p>C1   D1 -0,9   -0,3   -0,9 a</p>	<p>C1   D1 -0,9   0   -0,9 a</p>
<p>C2   D2 -0,5   -0,3   -0,5 a</p>	<p>C2   D2 -0,5   0,0   -0,5 a</p>

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

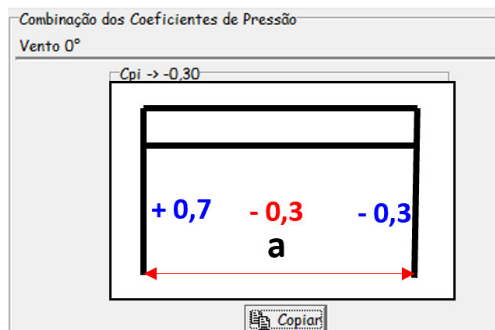
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

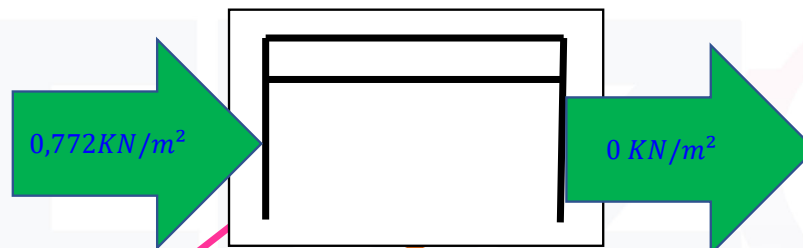
### VENTO FUNDO DA ESTRUTURA

#### PASSO 10 CÁLCULO DE CARGAS NOS FUNDOS

www.benzor.com.br



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**

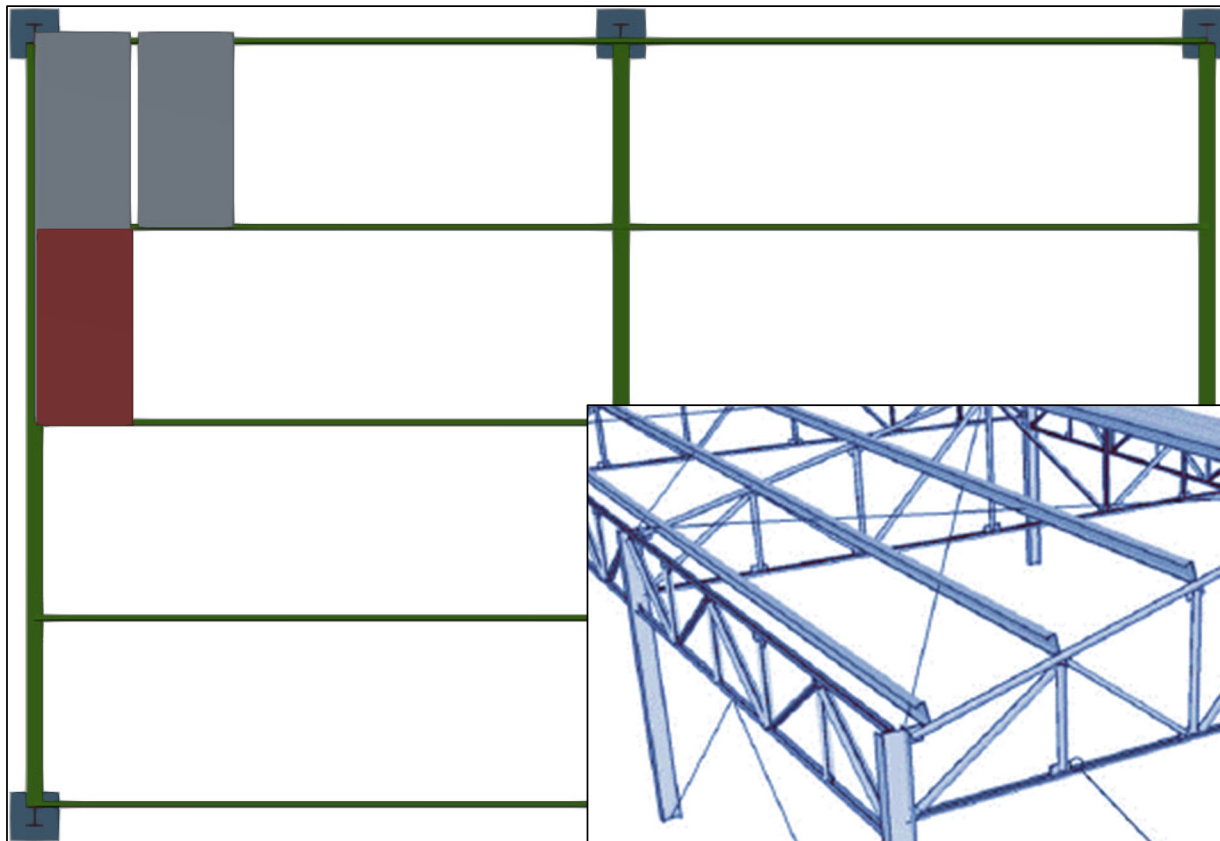
# **AULA 20**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

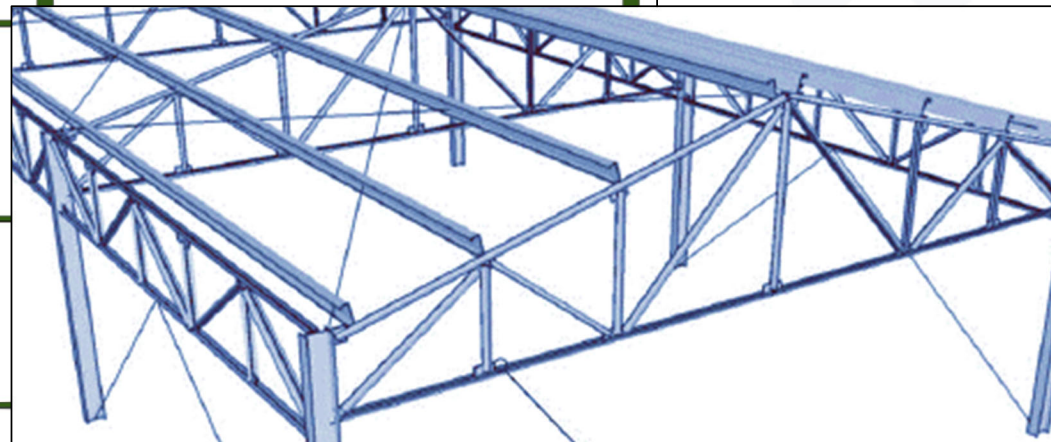
### CARGA DE TELHAS

www.benzor.com.br



#### QUE VÃO PRECISAR SABER?

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



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

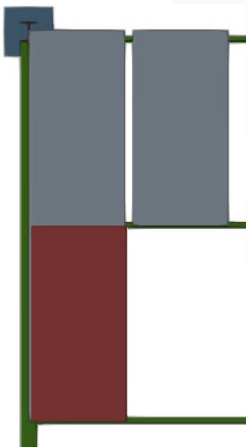
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

#### ☞ 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/m<sup>2</sup>) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m <sup>2</sup> )	Peso (kg/ml)	I (cm <sup>4</sup> /m)	W (cm <sup>3</sup> /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

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

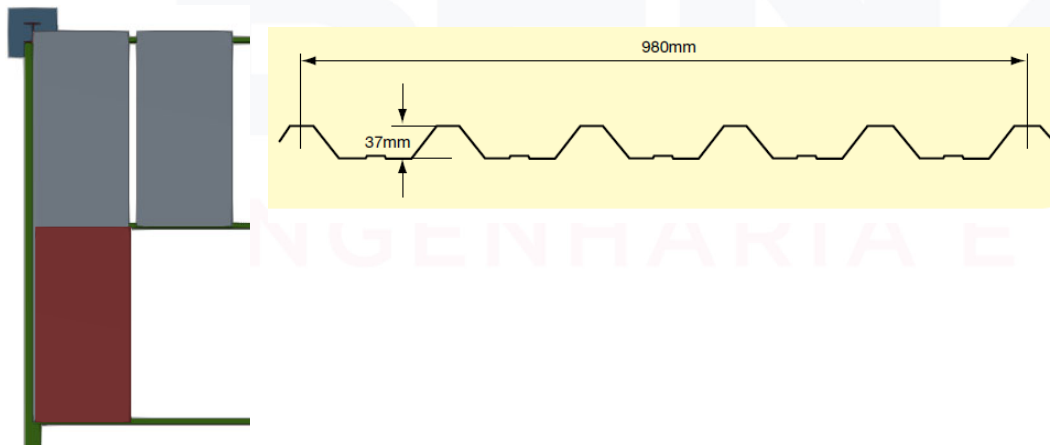
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

#### ☞ QUE VOCÊ PRECISA SABER?

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

#### LARGURA



[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

#### ☞ 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/m<sup>2</sup>) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m <sup>2</sup> )	Peso (kg/ml)	l (cm/m)	W (cm <sup>2</sup> /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

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

#### ☞ 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/m<sup>2</sup>) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m <sup>2</sup> )	Peso (kg/ml)	I (cm <sup>4</sup> /m)	W (cm <sup>3</sup> /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

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

#### ☞ 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/m<sup>2</sup>) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m <sup>2</sup> )	Peso (kg/ml)	I (cm <sup>4</sup> /m)	W (cm <sup>3</sup> /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

www.benzor.com.br

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

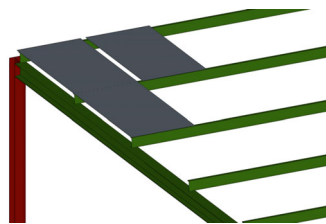
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

TIPOS DE CARGAS QUE PODEM SER USADAS

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



COMO CALCULAR A CARGA NA LINHA 2

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

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

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

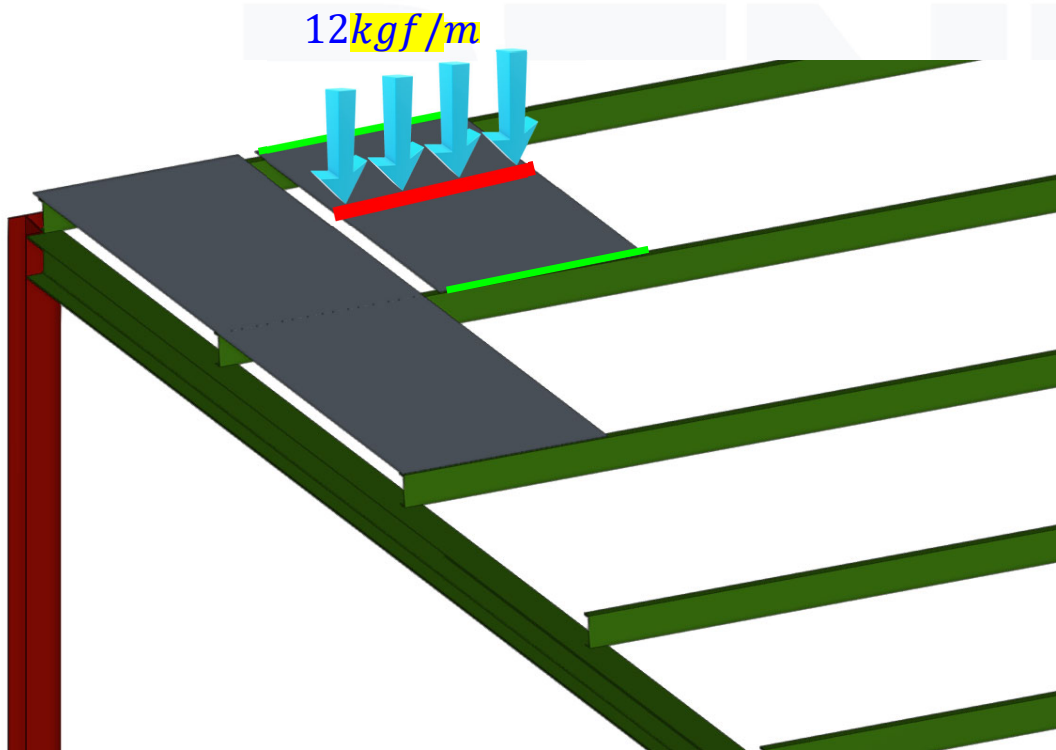
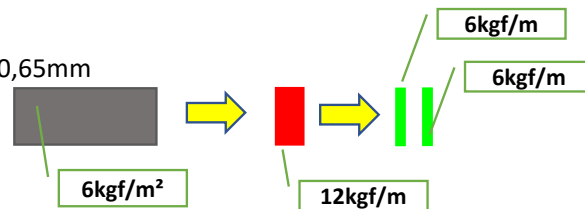
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

#### TIPOS DE CARGAS

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



[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

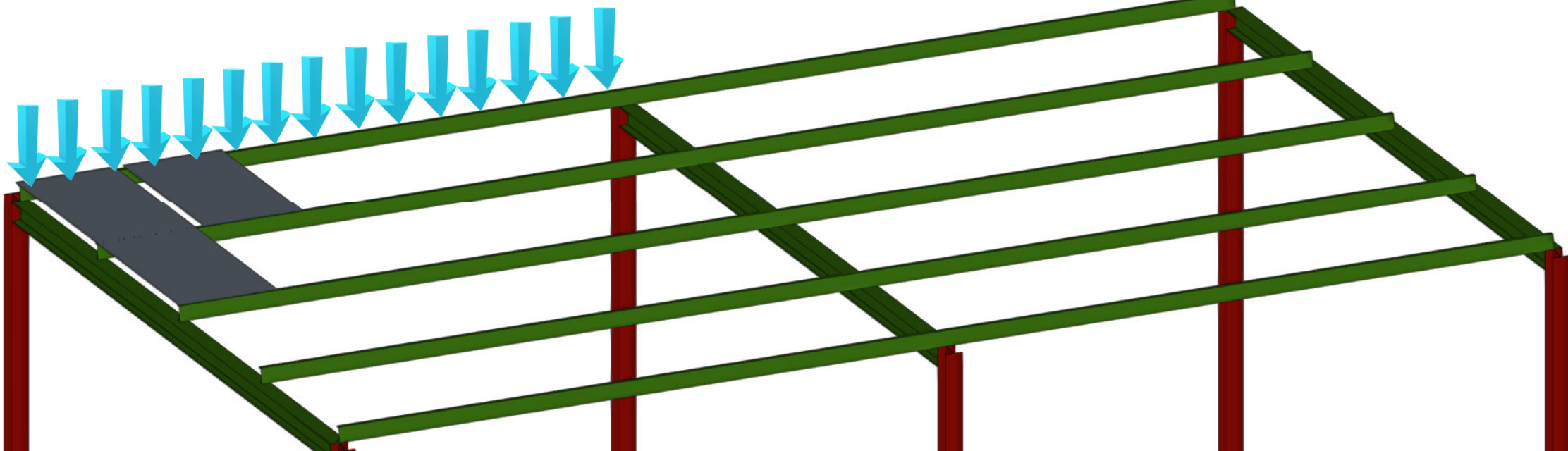
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

www.benzor.

COMO CALCULAR A CARGA DE PÁG. 2

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



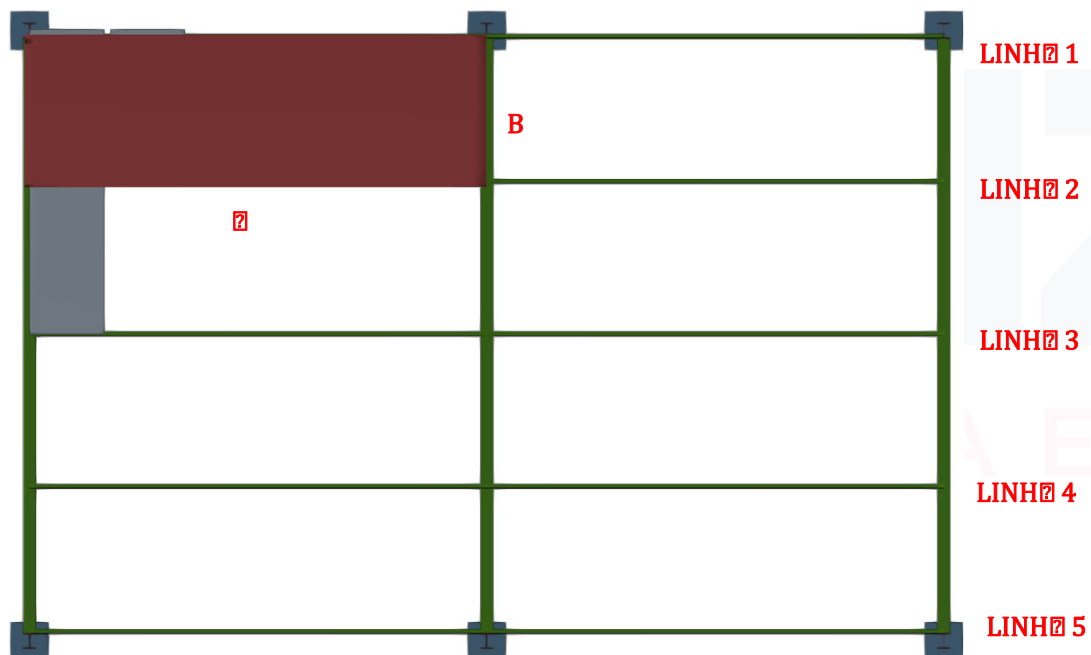
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

COMO CALCULAR A CARGA DE TELHA?

COMO SABER O ESPORÇO DE LONGO DE TODOS TERÇOS LINHA 1?



[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

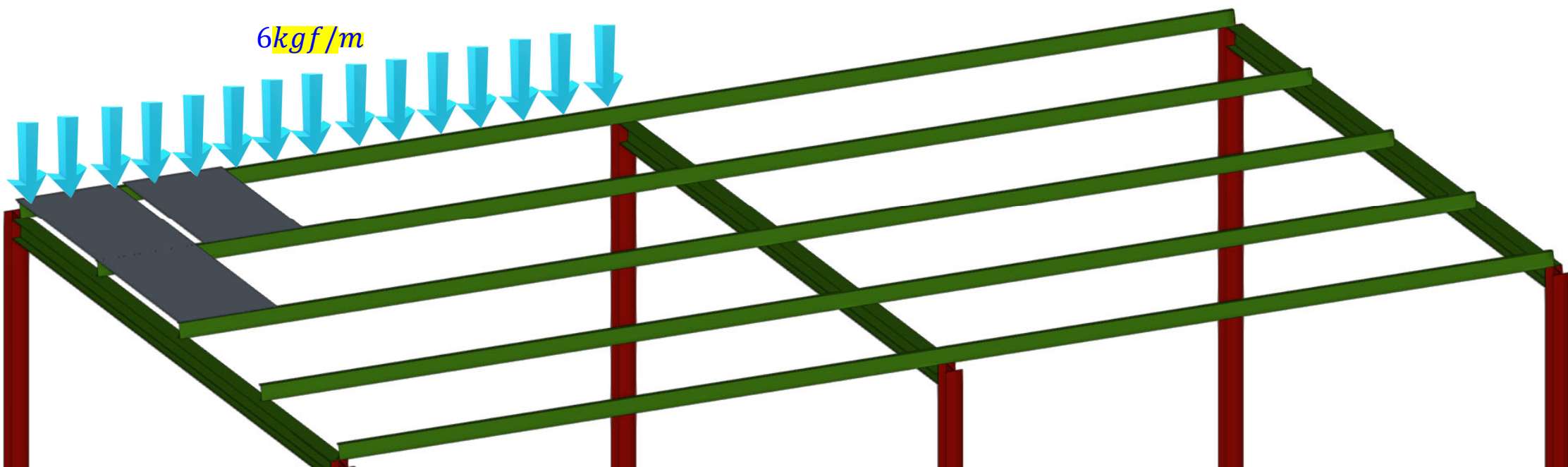
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

www.benzor.

👉 COMO CALCULAR A CARGA DE PÁ 2

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



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

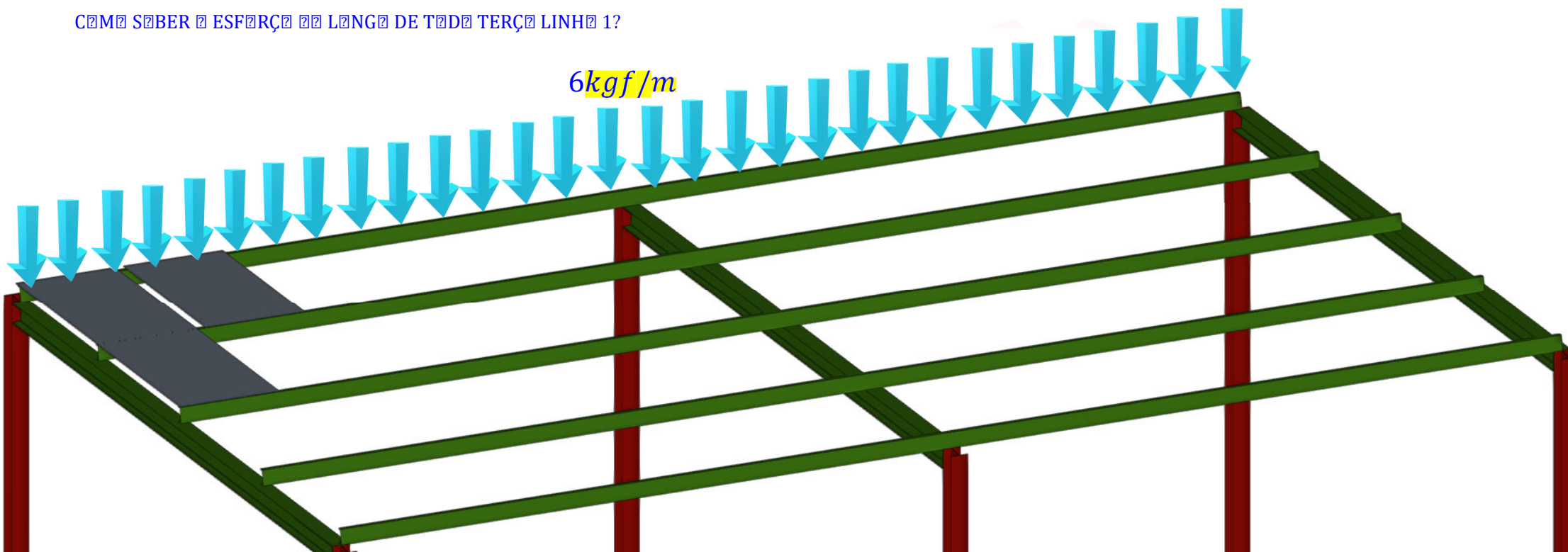
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

www.benzor.

👉 COMO CALCULAR A CARGA DE PÁ 2

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



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

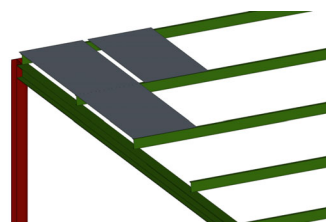
www.benzor.

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

#### TIPOS DE CARGAS

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

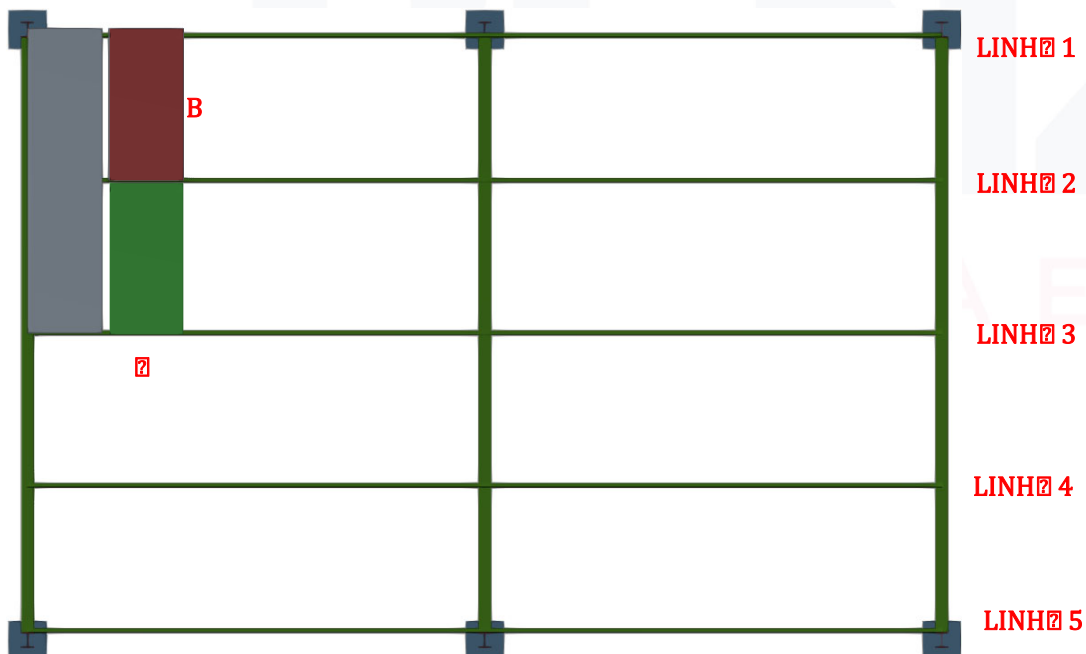


#### COMO CALCULAR A CARGA OPÇÃO 2

##### 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



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

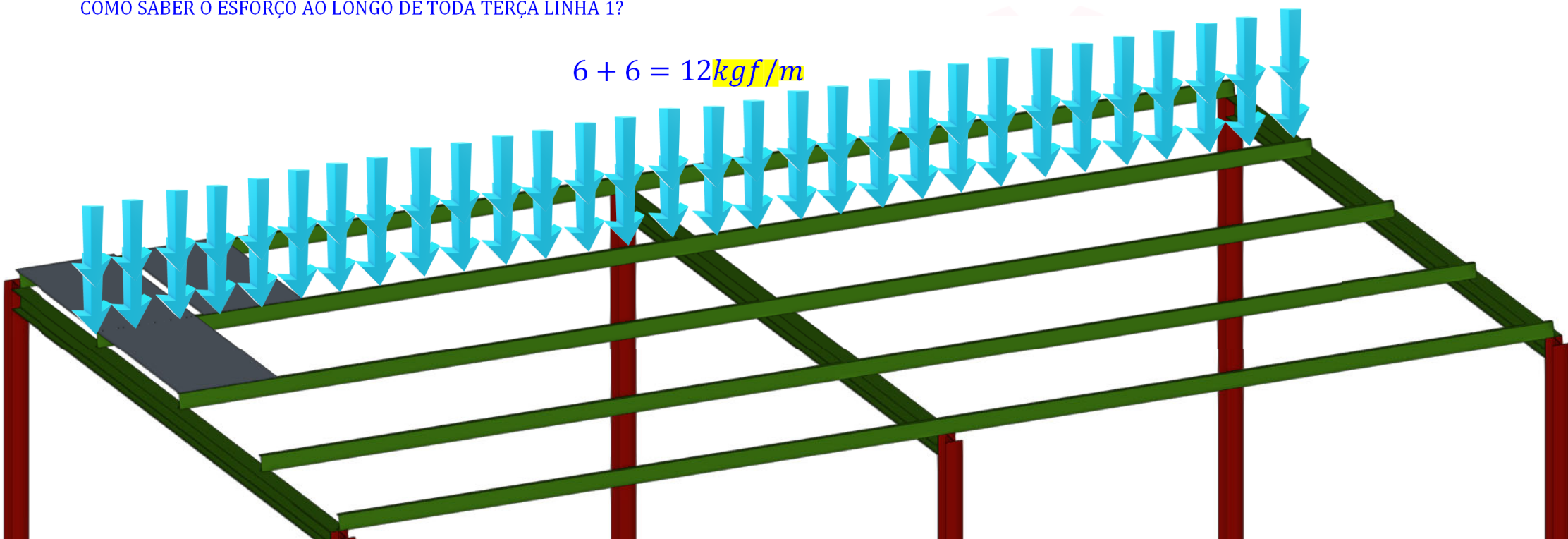
### CARGA DE TELHAS

www.benzor.

COMO CALCULAR A CARGA DE TELHA 2

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

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



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

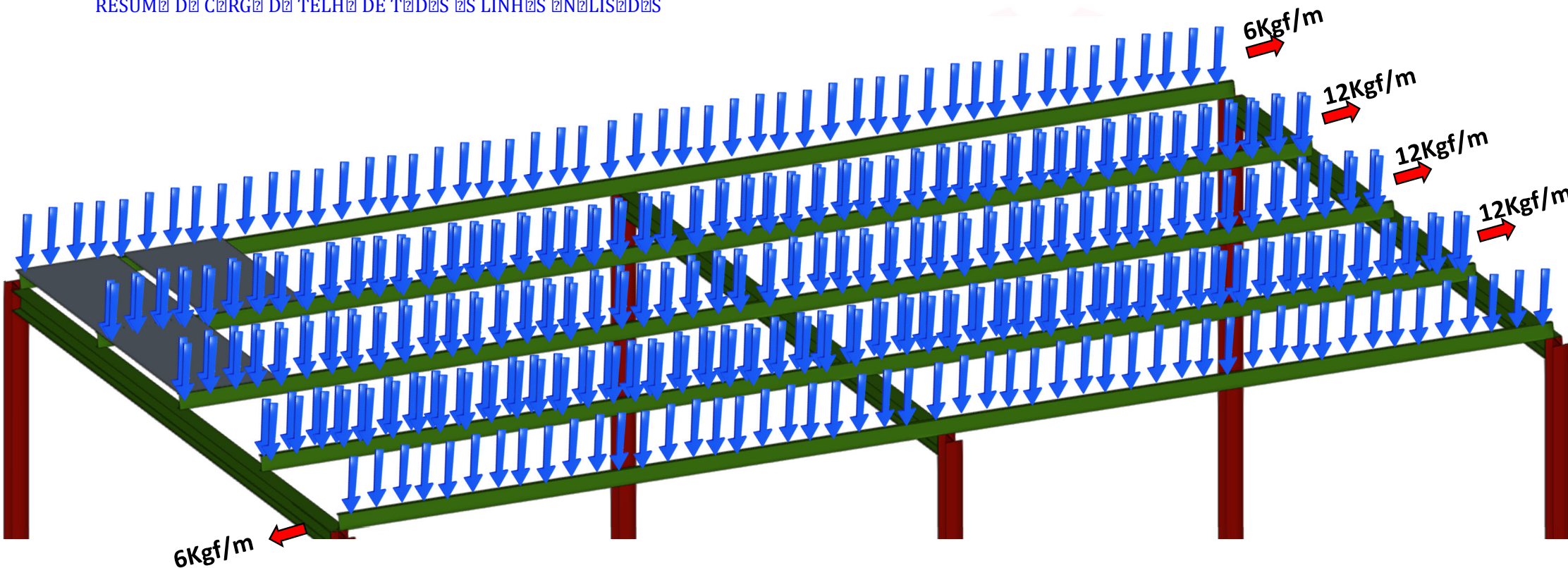
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TELHAS

www.benzor.

COMO CALCULAR A CARGA DE TELHAS

RESUMO DA CARGA DE TELHAS DE TODAS AS LINHAS ENLISADAS



# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

# **AULA 21**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## 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

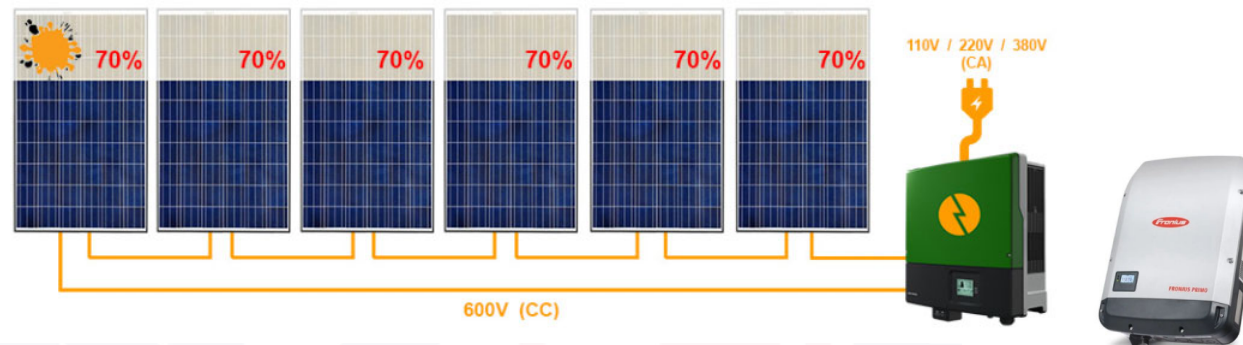
Baixe aqui a ficha técnica

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

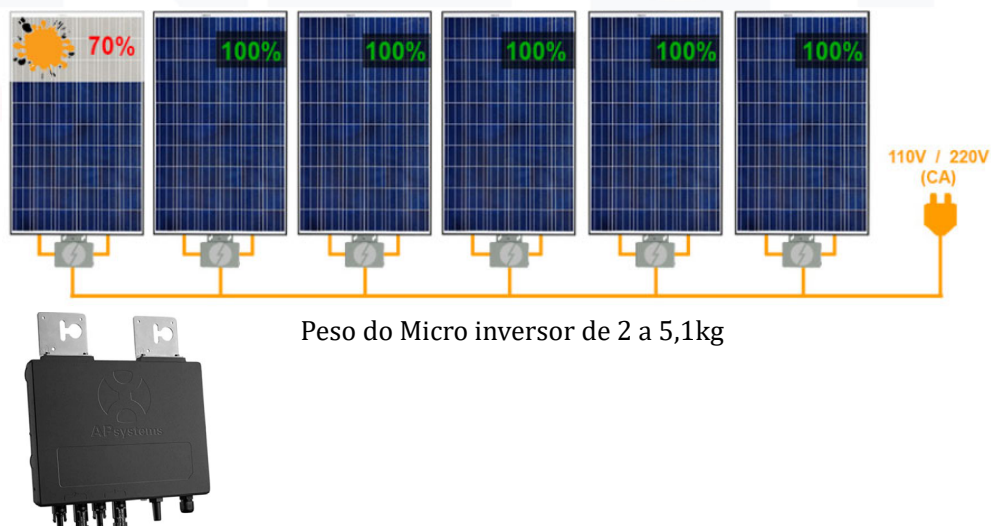
#### Mechanical Characteristics

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 <sup>2</sup> , Length:900mm or Customized Length	

www.benzor.



Peso do inversor aproximado de 12 a 30kg



Peso do Micro inversor de 2 a 5,1kg

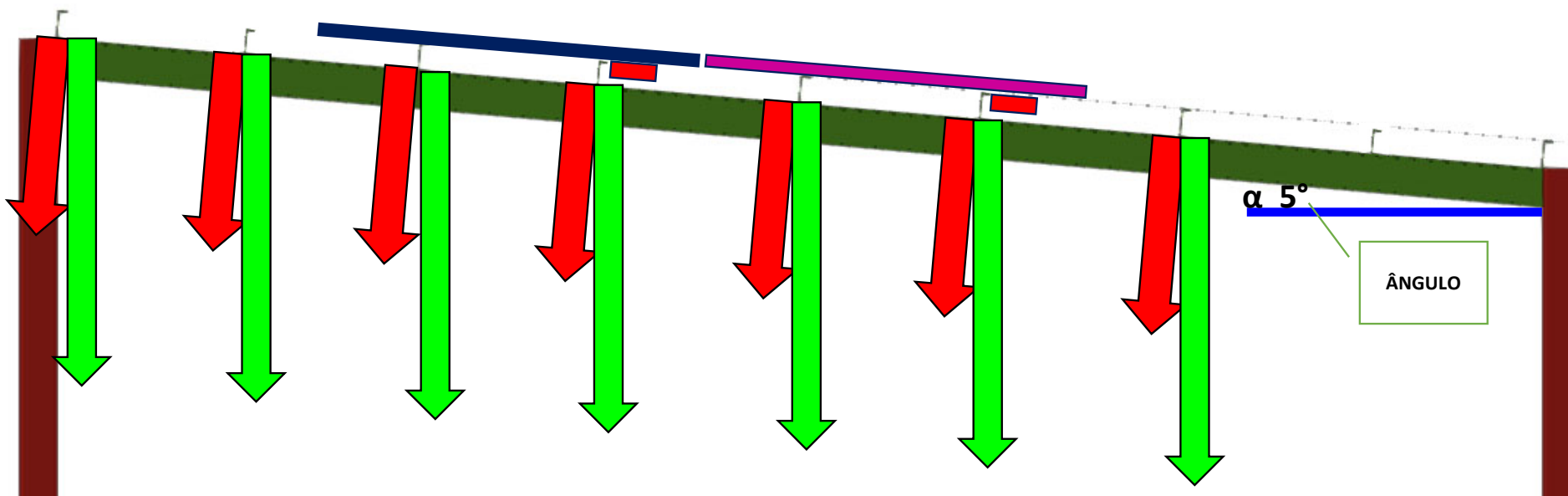
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA PLACAS FOTOVOLTAICAS

👉 Como calcular força atuante de placas fotovoltaicas na estrutura



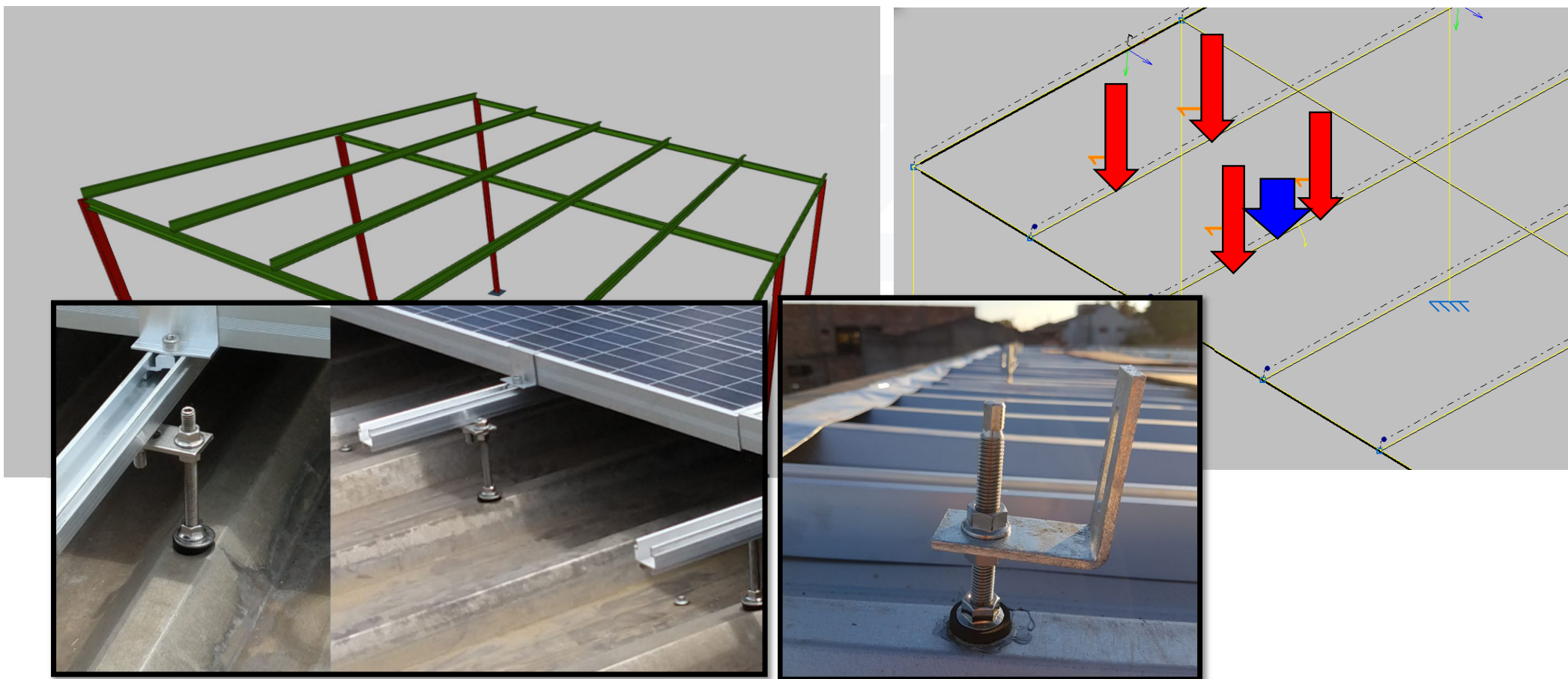
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA PLACAS FOTOVOLTAICAS

www.benzor.

👉 Como calcular força atuante de placas fotovoltaicas na estrutura

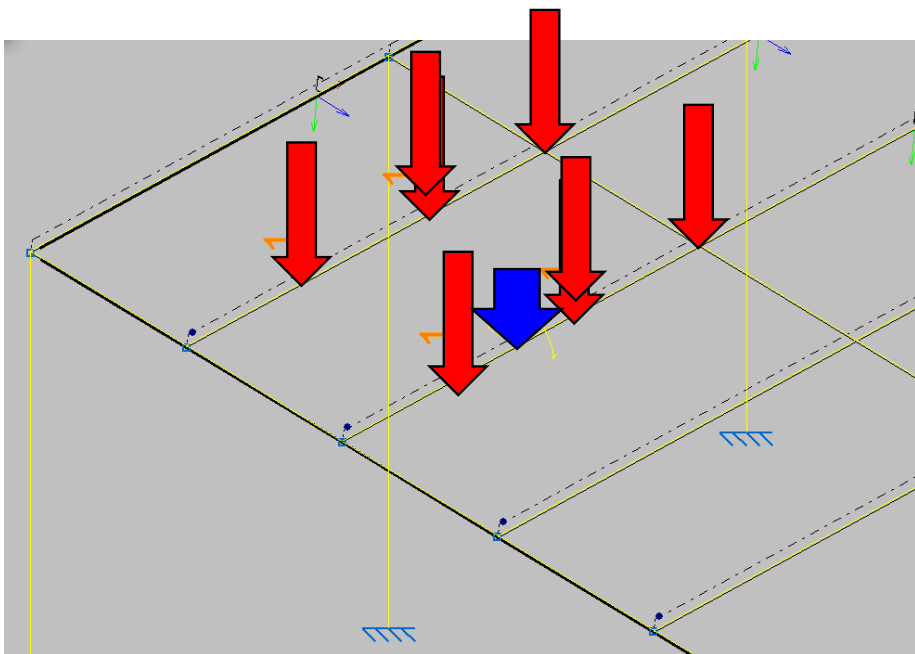


# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA PLACAS FOTOVOLTAICAS

👉 Como calcular força atuante de placas fotovoltaicas na estrutura



Peso no módulo (PLACA FOTOVOLTAICA) / NÚMERO DE PONTOS

Peso no módulo / 4

27,5 Kg / 4 = **6,9Kgf**

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

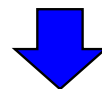
IEC 61215: SIM

[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

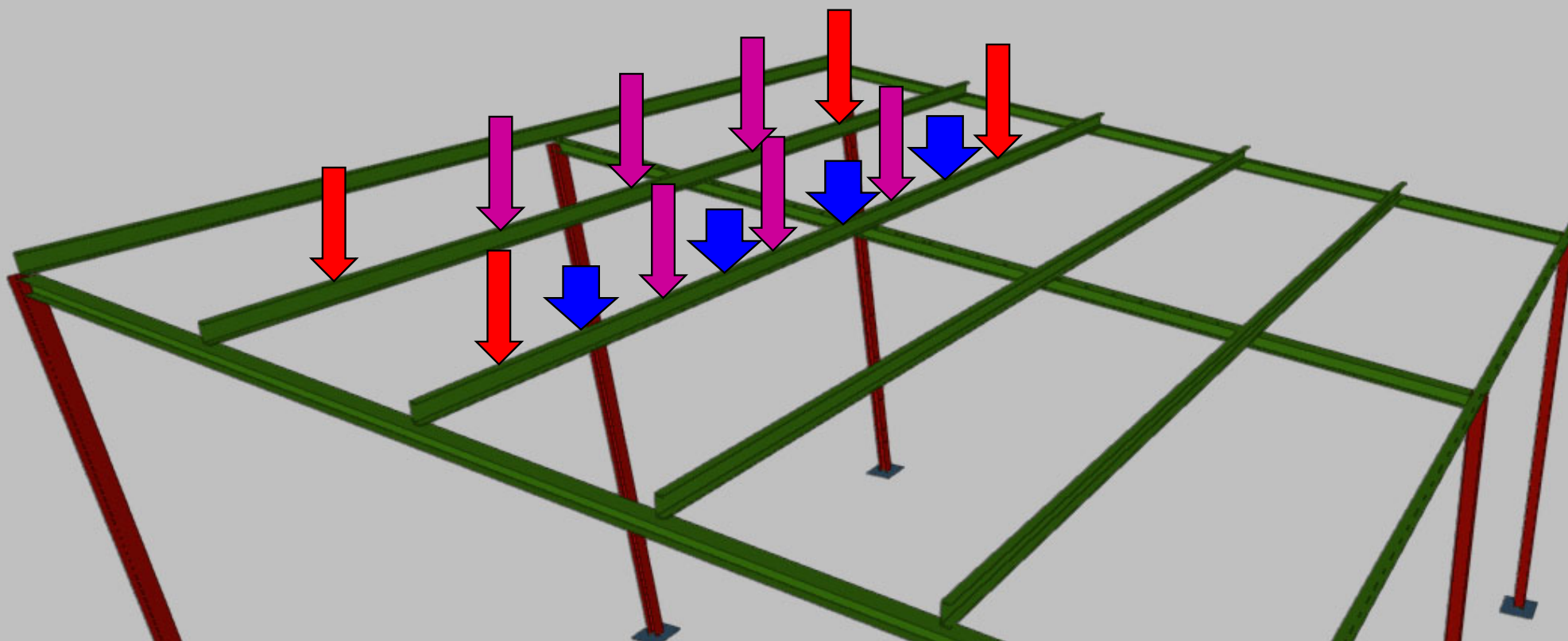
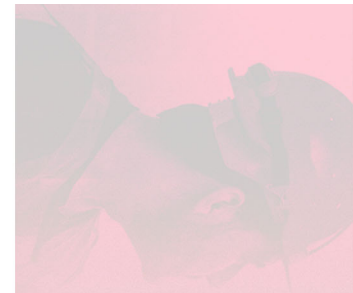
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA PLACAS FOTOVOLTAICAS

[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

👉 Como calcular força atuante de placas fotovoltaicas na estrutura



# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

# **AULA 22**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TUBULAÇÕES

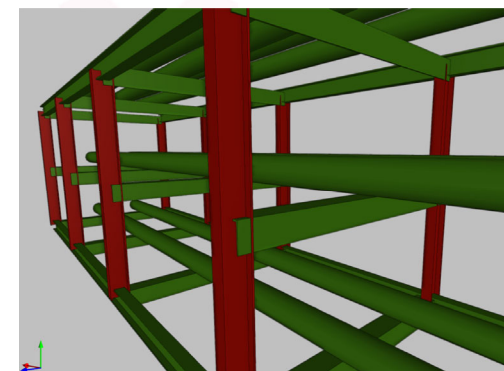
Como encontrar e calcular força atuante de tubulações na estrutura

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



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
 Engenharia

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

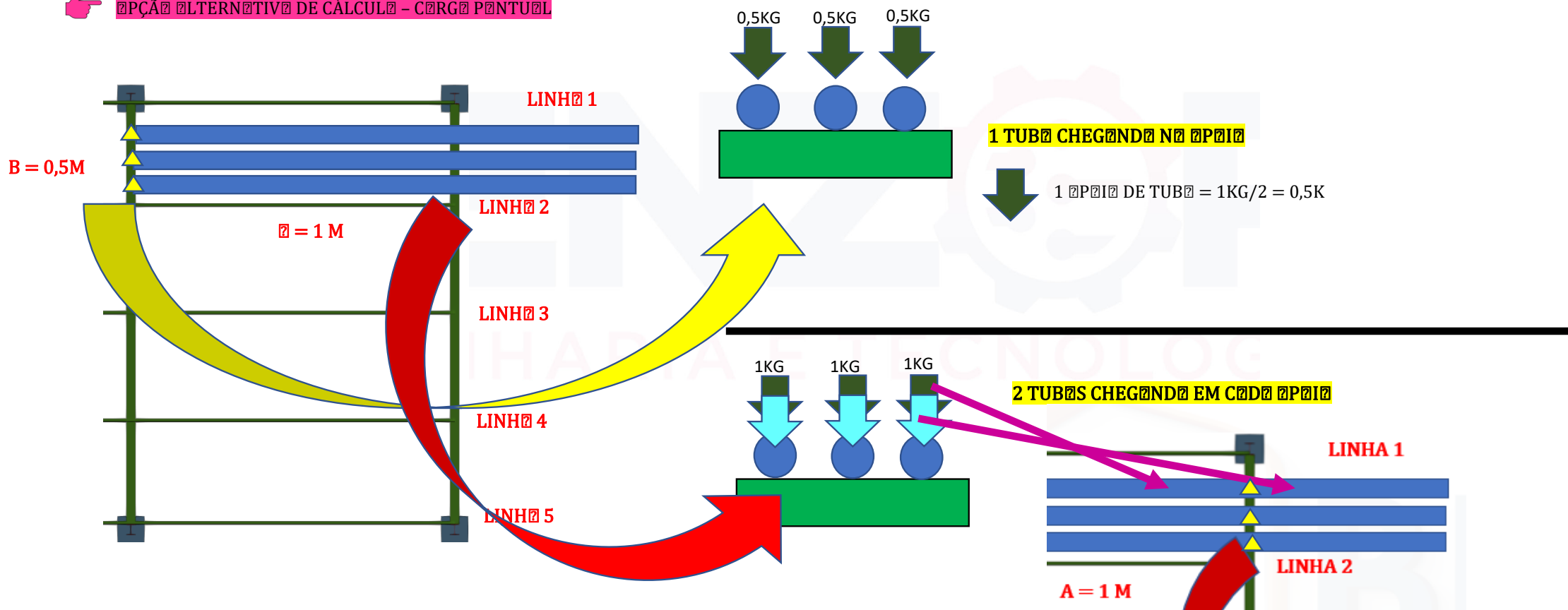
www.benzor.

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TUBULAÇÕES

Como encontrar e calcular força atuante de tubulações na estrutura

PCÇA ALTERNATIVA DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

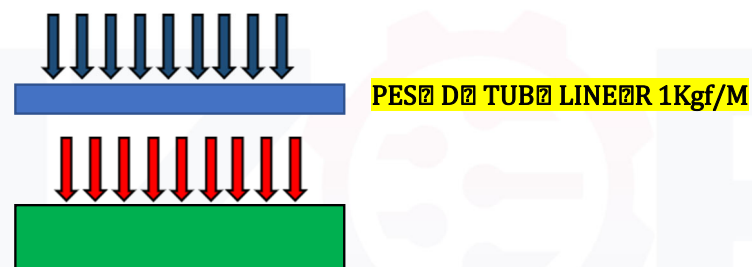
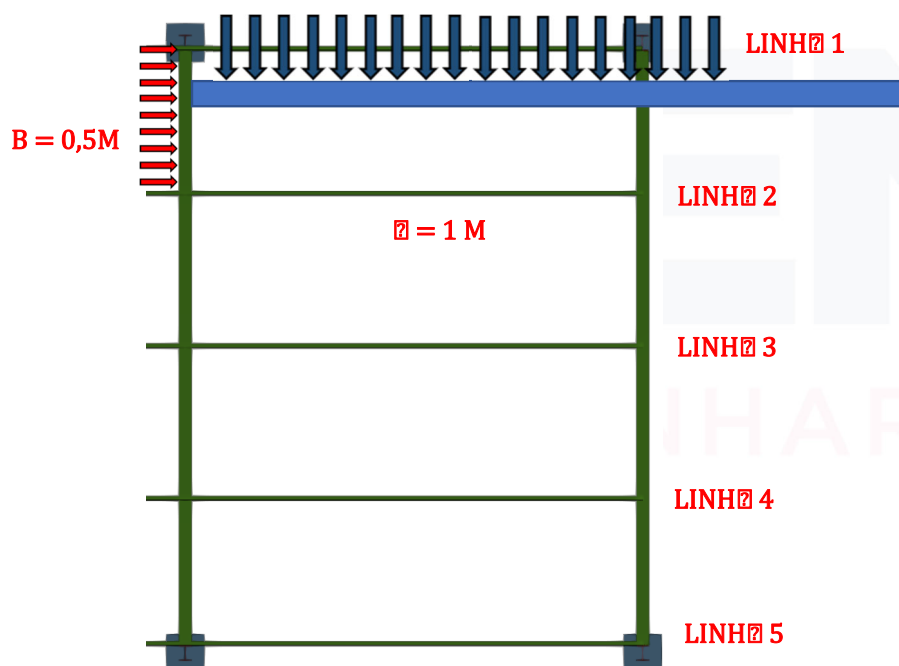
www.benzor.com.br

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TUBULAÇÕES

👉 Como encontrar e calcular força atuante de tubulações na estrutura

👉 PEÇA ALTERNATIVA DE CÁLCULO - DISTRIBUIDA (VÁRIAS TUBOS, PÓIS MUITO PRÓXIMOS DE OUTRO)



CONVERTER PARA 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 DIREÇÃO B

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

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

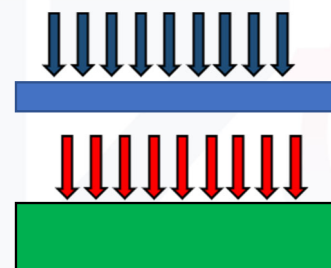
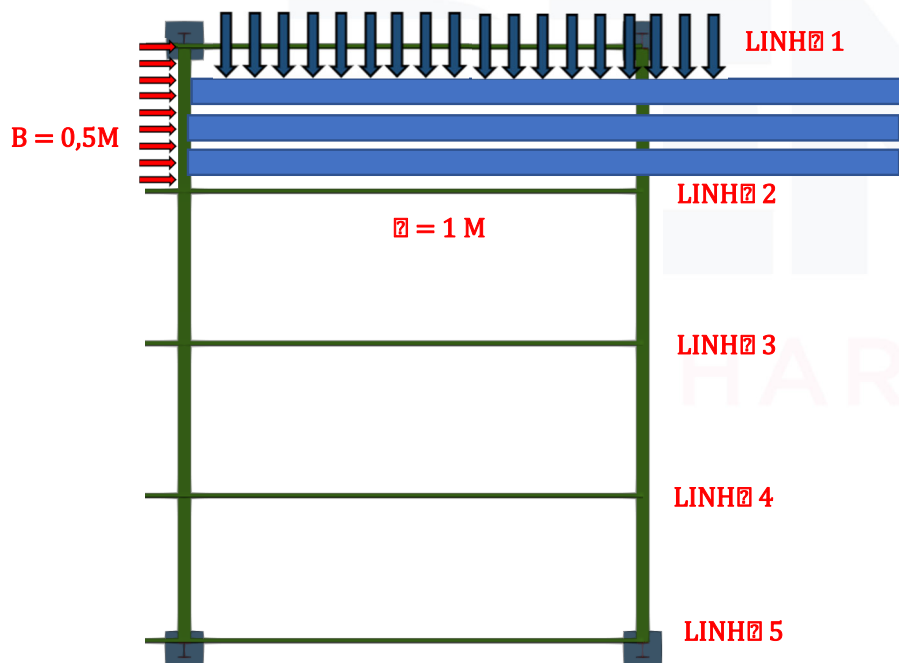
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE TUBULAÇÕES

Como encontrar e calcular força atuante de tubulações na estrutura

OPÇÃO ALTERNATIVA DE CÁLCULO - DISTRIBUIDA (VÁRIAS TUBOS, PONTOS MUITO PRÓXIMOS DE OUTRO)

EXEMPLO RESUMIDO 01



PESO DO TUBO LINEAR 1KG/M

CONVERTER PARA A DIREÇÃO B

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

CONVERTER PARA A DIREÇÃO B

CONVERTER PARA A DIREÇÃO B

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

SEJA BEM-VINDO A  
BENZOR  
CLASS ENGINEER

# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

# **AULA 23**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE SISTEMA ELÉTRICO

👉 Como encontrar e calcular força atuante de sistema elétrico

👉 Instalação



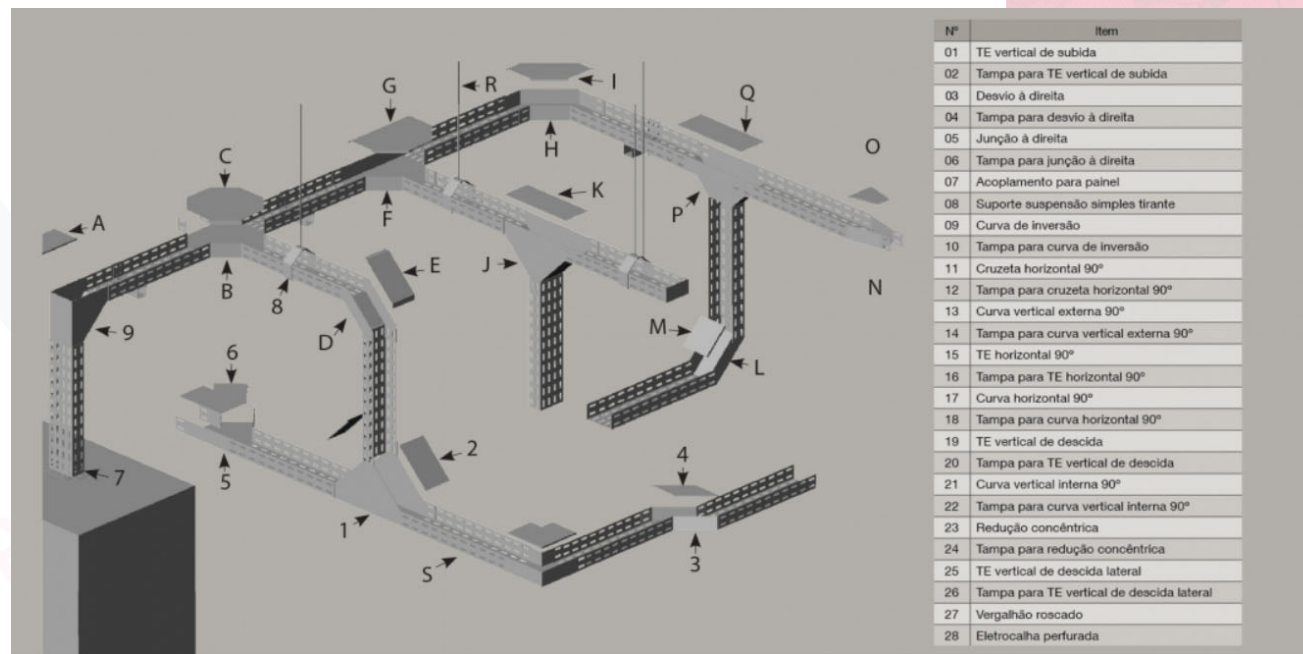
Jea Indústria Metalúrgica

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

As imagens podem ter direitos autorais. Saiba mais



www.benzor.com.br



CATÁLOGO LEGRAND

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE SISTEMA ELÉTRICO

www.benzor.com.br

👉 Como encontrar e calcular força atuante de sistema elétrico

👉 Dados de cabos, onde encontrar

CABO SINTENAX 0,6/1kV

numero cond. x seção nominal (mm <sup>2</sup> )	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 x1.000 (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

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE SISTEMA ELÉTRICO

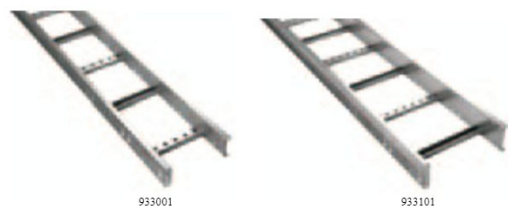
Como encontrar e calcular força atuante de sistema elétrico

Dados de leitos e periféricos, onde encontrar

www.benzor.com.br



#### CEMVAR | leitos e acessórios



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

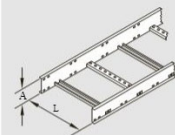
Emb.	Ref.			Largura (mm)
	PG Leve	PG Médio	GF Pesado	
1	933001	-	933020	200
1	933002	933011	933021	300
1	933003	933012	933022	400
1	933004	933013	933023	500
1	-	933014	933024	600
1	-	-	933025	700
1	-	-	933026	800
1	-	-	933027	900
1	-	-	933028	1000

PG - Pré galvanizado; GF - Galvanizado à fogo

#### CEMVAR | leitos e acessórios

características técnicas

##### ■ Dimensões (mm)



##### Leito leve pré-galvanizado

	L (mm)	A (mm)	Chapa Nº		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 Nº		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 Nº		Peso aproximado Kg
			longarina	travessa	

CATÁLOGO LEGRAND – PESO LEITOS E ELETROCALHAS



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# **PROJETISTA DE ESTRUTURAS METÁLICAS**

**AULA 24**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

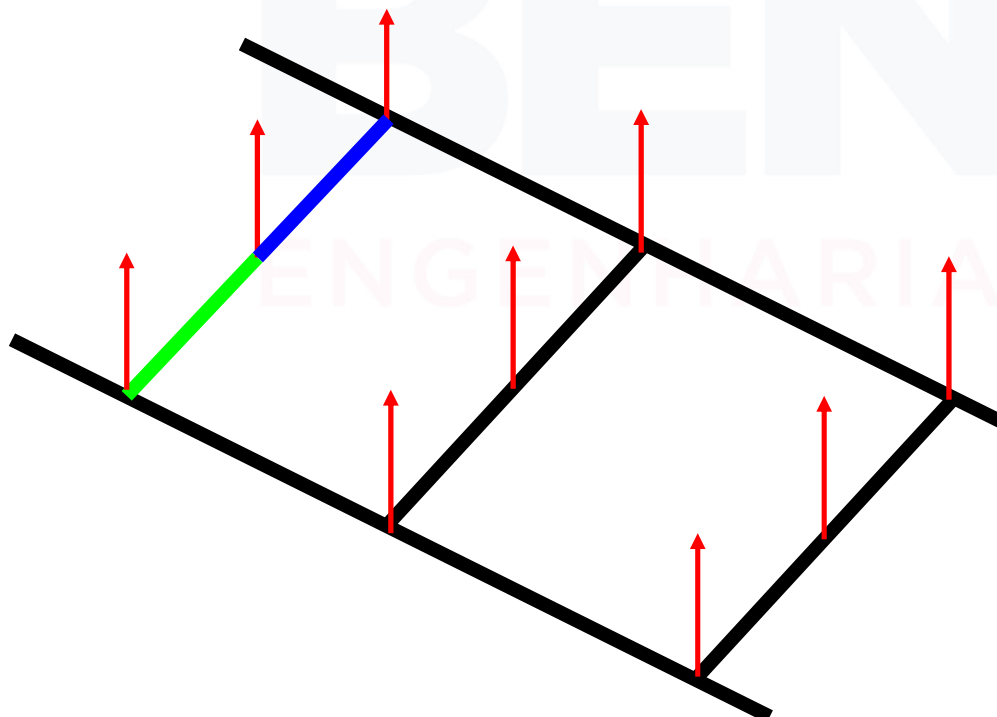
### CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

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

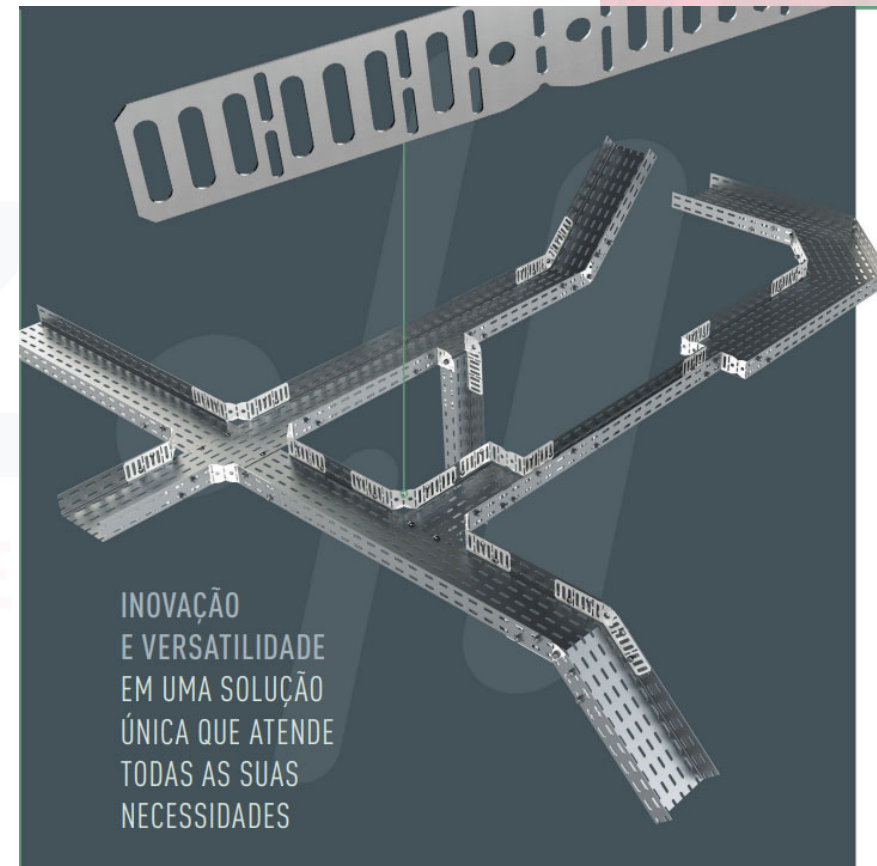
👉 PEÇAS DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL

👉 OBSERVAÇÃO! É 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



www.benzor.com.br



# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

FORMULÁRIO 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 6mm<sup>2</sup> e classe 5 de encordoamento a partir da seção 10 mm<sup>2</sup> (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 <sup>2</sup> )	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 poliolefínico 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 <sup>2</sup> )	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.

www.benzor.com.br



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

TECNOLOGIA

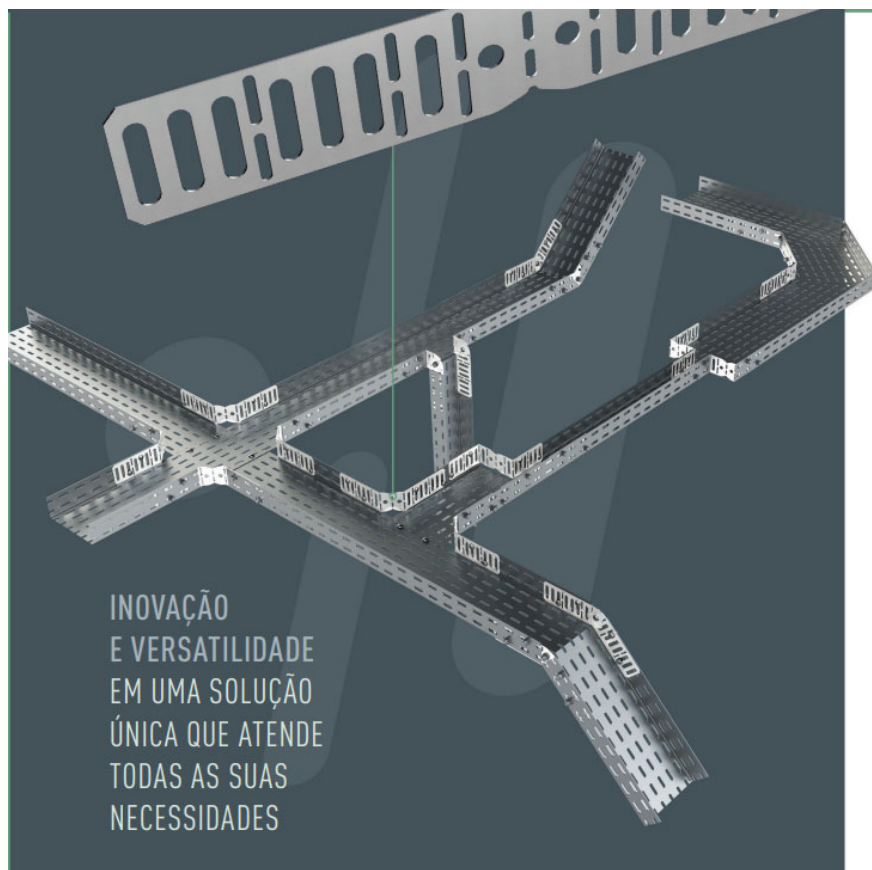
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

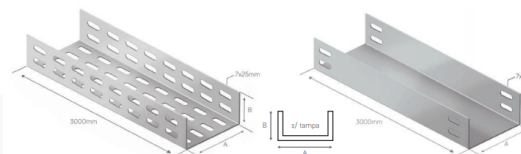
Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

OPÇÃO DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL

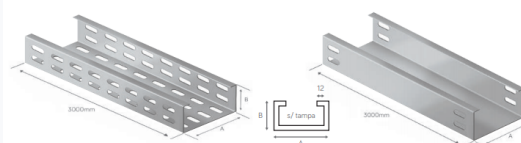


www.benzor.

EC-CTR01 Eletrocalha perfurada EC-CTR02 Eletrocalha lisa



EC-CTR03 Eletrocalha perfurada com virola EC-CTR04 Eletrocalha lisa com virola

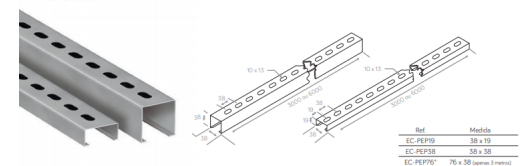


EC-CTR05 Tampa de encosto EC-CTR06 Tampa de pressão

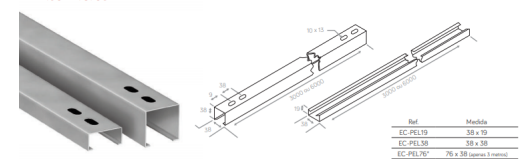
### Perfilados

Pré-zincado, galvanizado à fogo, alumínio e inox

#### Perfurado



#### Liso 2 furos



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 (Kg)
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	8,82	7,10	18

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

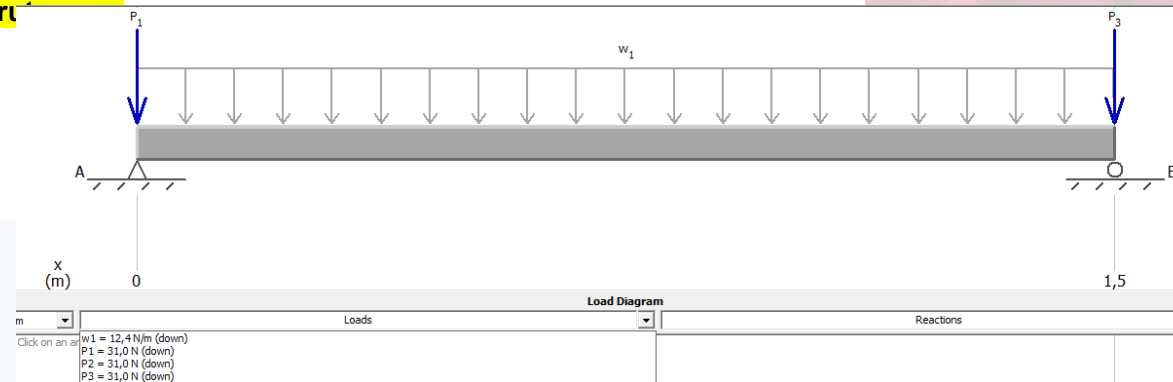
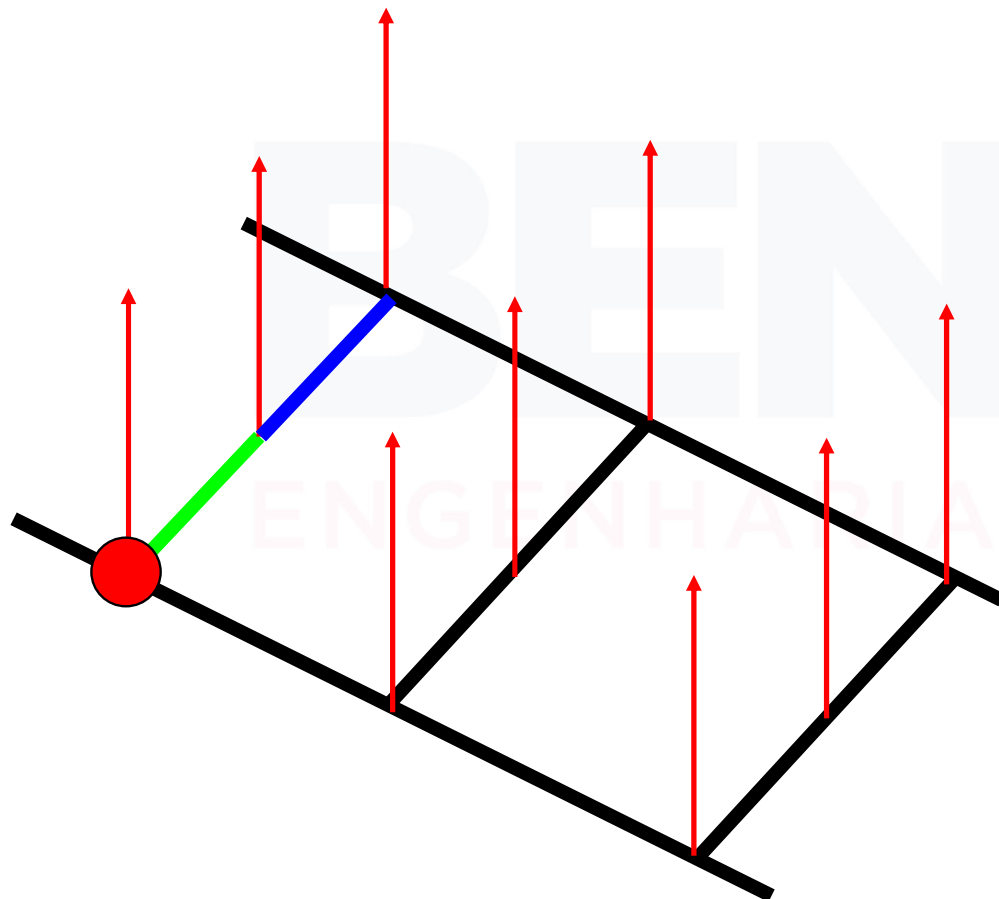
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

PCÁ DE CÁLCULO - CARGA PNTU

www.benzor.com.br



$W1 = \text{peso linear da eletrocalha} = 12,4\text{N/m}$

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

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

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

ENGINEER  
ZOR  
M-VINDOR

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

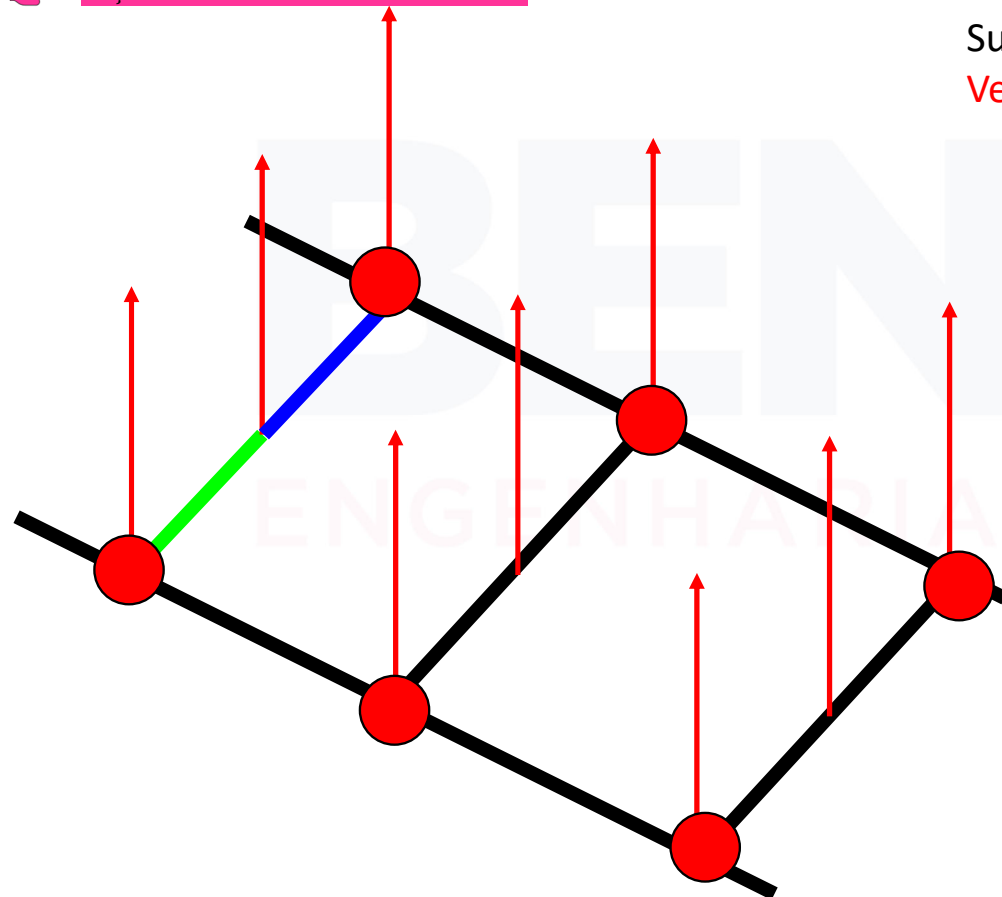
www.benzor.com.br

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

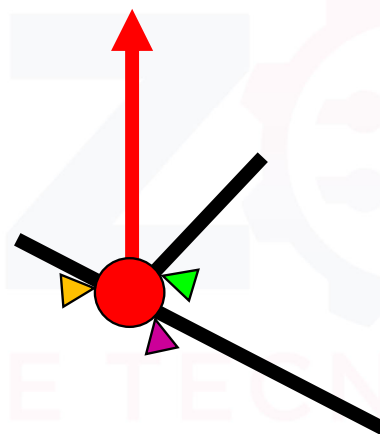
### CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

PEÇA DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL



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



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

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

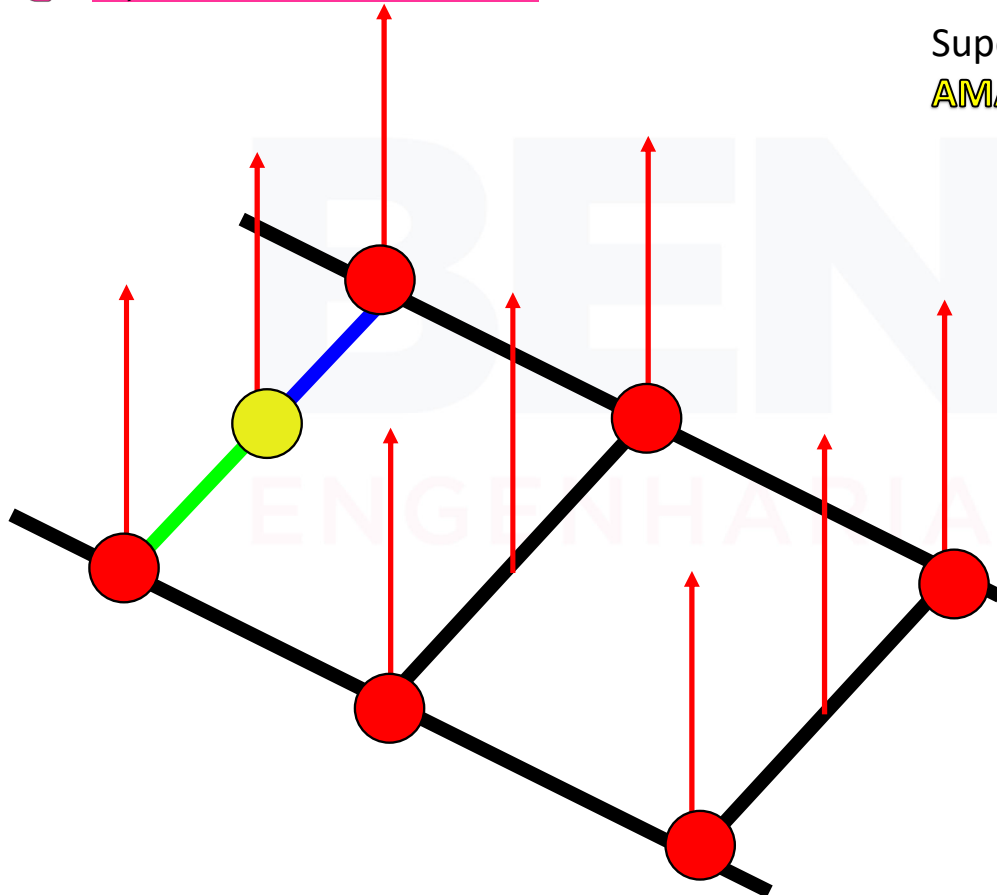
www.benzor.com.br

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

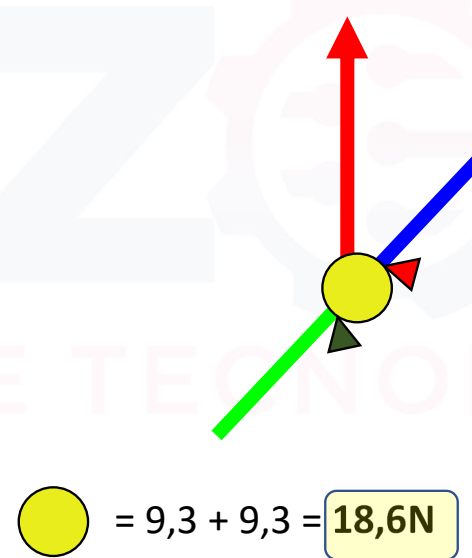
### CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

PCÁ DE CÁLCULO - CARGA PNTUAL



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



SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
Class  
ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

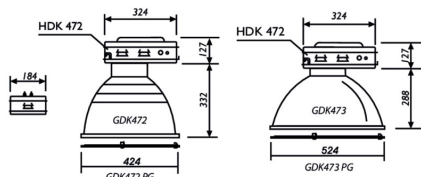
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

PCÁ 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

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

www.benzor.com.br

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

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

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

PEÇA 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



#### 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 ( $^{\circ}\text{C}$ ):  $\leq 90$   
compartimento capacitor/ignitor ( $^{\circ}\text{C}$ ): 45  
Massa total de cada unidade (Kg): 4,250  
Acabamento (Pintura eletroestática a pó cor preta) ( $\mu\text{m}$ ):  $\geq 56$   
Espessura de chapa do invólucro (mm): 1,20

Informações sobre o capacitor:  
Capacitância ( $\mu\text{F}$ ): 25  
temperatura máxima de operação ( $^{\circ}\text{C}$ ): 85  
Garantia: 01 ano

www.benzor.com.br

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

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

👉 PEÇA 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 =  $2,79\text{KG} + 4,95\text{KG} + 4,25\text{KG} = 12\text{KG}$

● PESO TOTAL =  $1,86\text{KG} + 4,95\text{KG} + 4,25\text{KG} = 11,06\text{KG}$

ENGENHARIA E TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

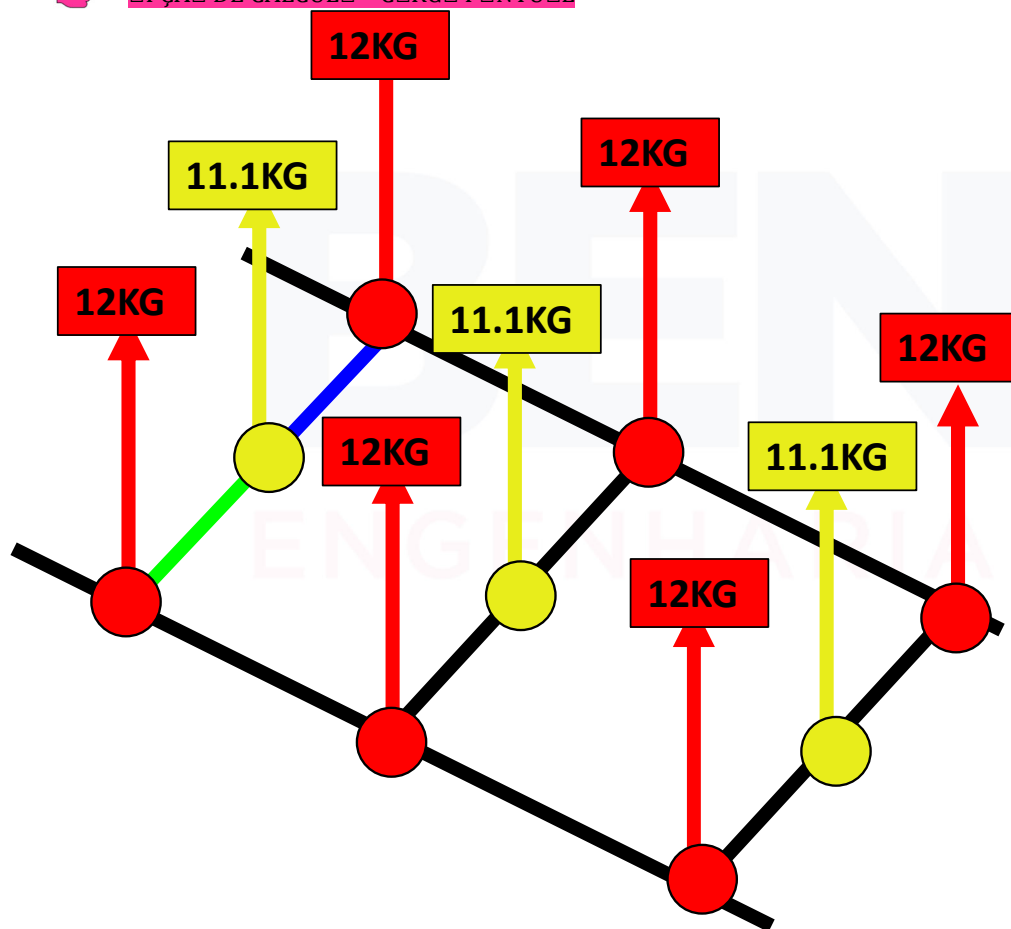
www.benzor.com.br

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE SISTEMA ILUMINAÇÃO

Como encontrar e calcular força atuante sistema de iluminação na estrutura

PCÁ DE CÁLCULO - CARGA PONTUAL



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

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

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

# **AULA 25**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE MANUTENÇÃO

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

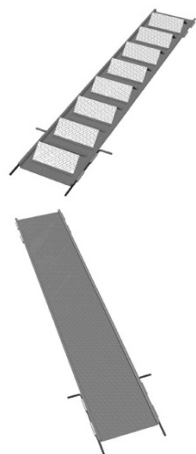
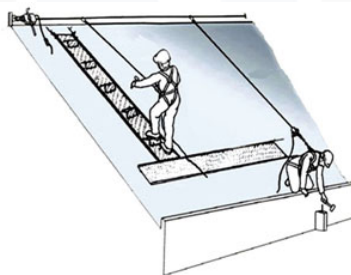
#### QUE DEVE SER LEVADO EM CONSIDERAÇÃO?

- 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 alumino 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 alumino – 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.

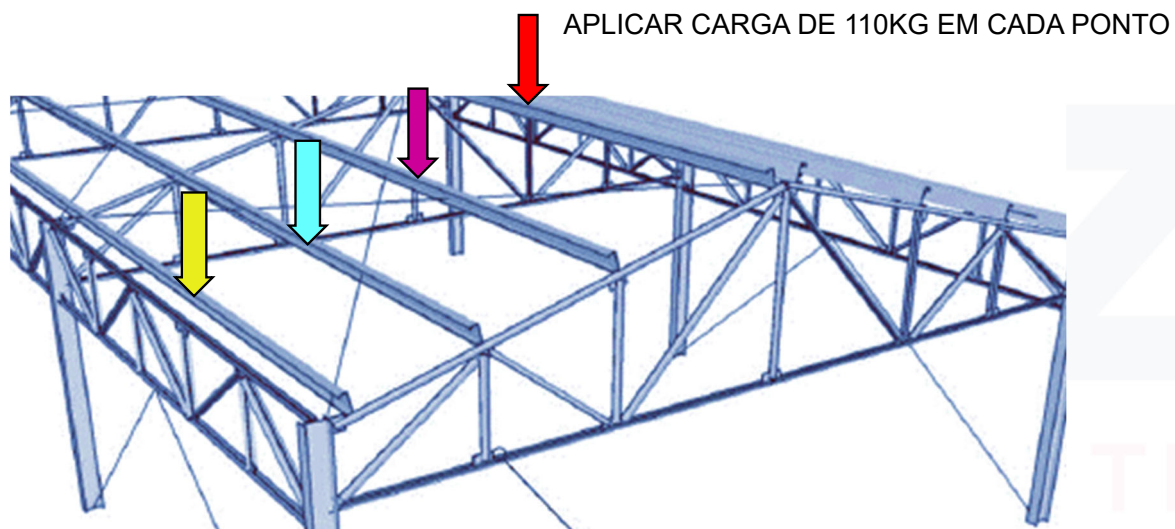
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## 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  $0,05 \text{ kN/m}^2$ .

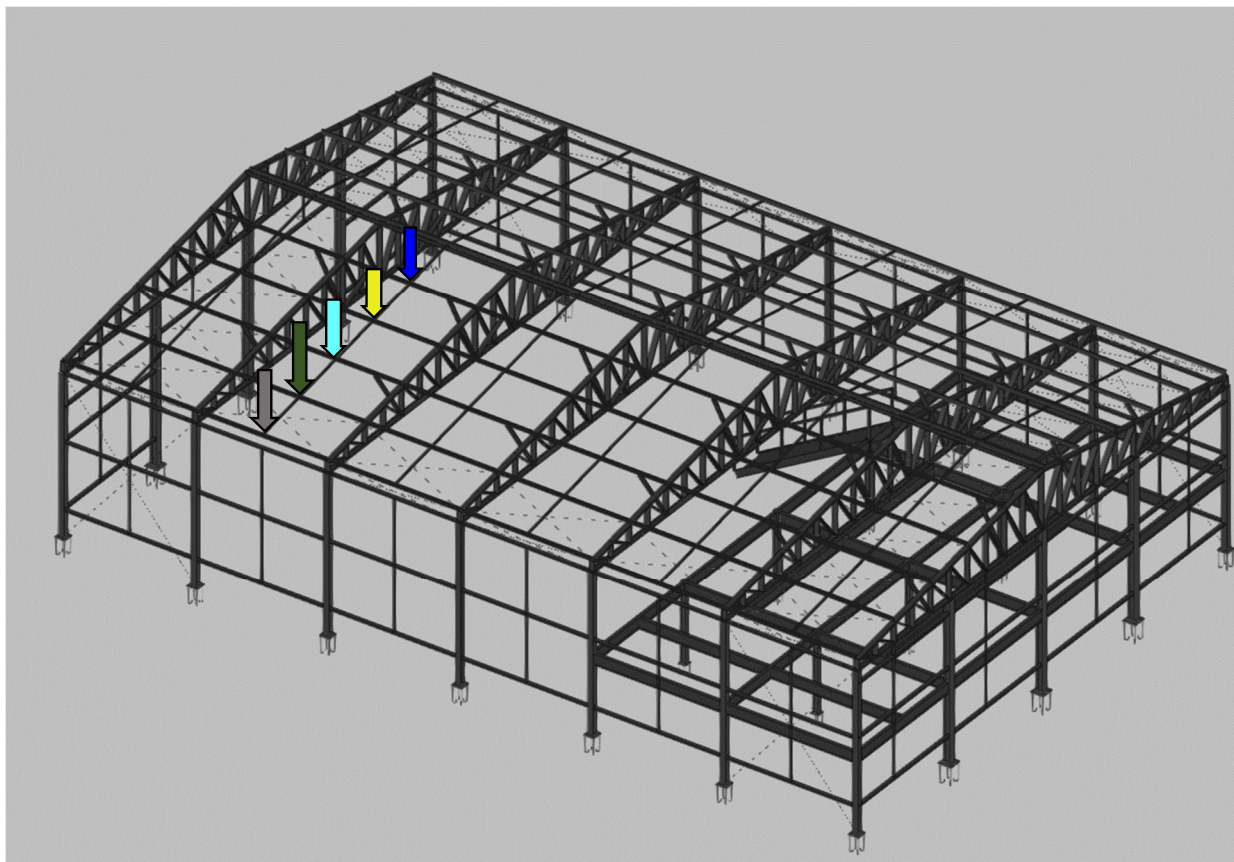
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE MANUTENÇÃO

Como encontrar e calcular força de serviço de manutenção na estrutura

APLICÇÃO DE CARGA



[www.benzor.com.br](http://www.benzor.com.br)

TECNOLOGIA

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

# **AULA 26**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE LINHA DE VIDAS

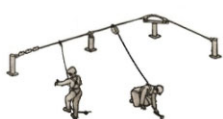
# GULIN

LÍDER NA PROTEÇÃO CONTRA QUEDA  
EM LINHA DE VIDA HORIZONTAL

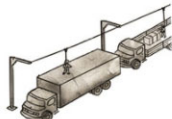
EMPRESA | PRODUTOS E ÁREAS DE TRABALHO | VÍDEOS | CENTRO DE SIMULADORES | CONTATO / ASSIST. TÉCNICA

#### LINHA DE VIDA HORIZONTAL TOTALFLEX GULIN

TELHADOS



ÁREAS DE CARGA



BEIRALS



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

Alameda Gléte, 788 - São Paulo - SP (Próximo ao metrô - estação Santa Cecília) - Fone: 11 3335-5050

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

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

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

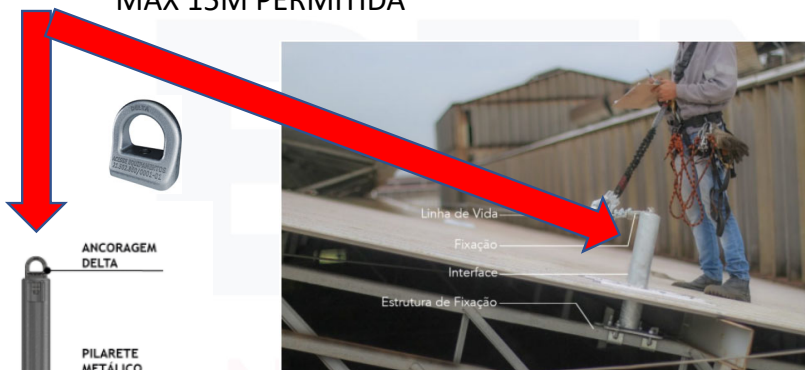
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE LINHA DE VIDAS

Como encontrar e calcular esforços de linha de vida

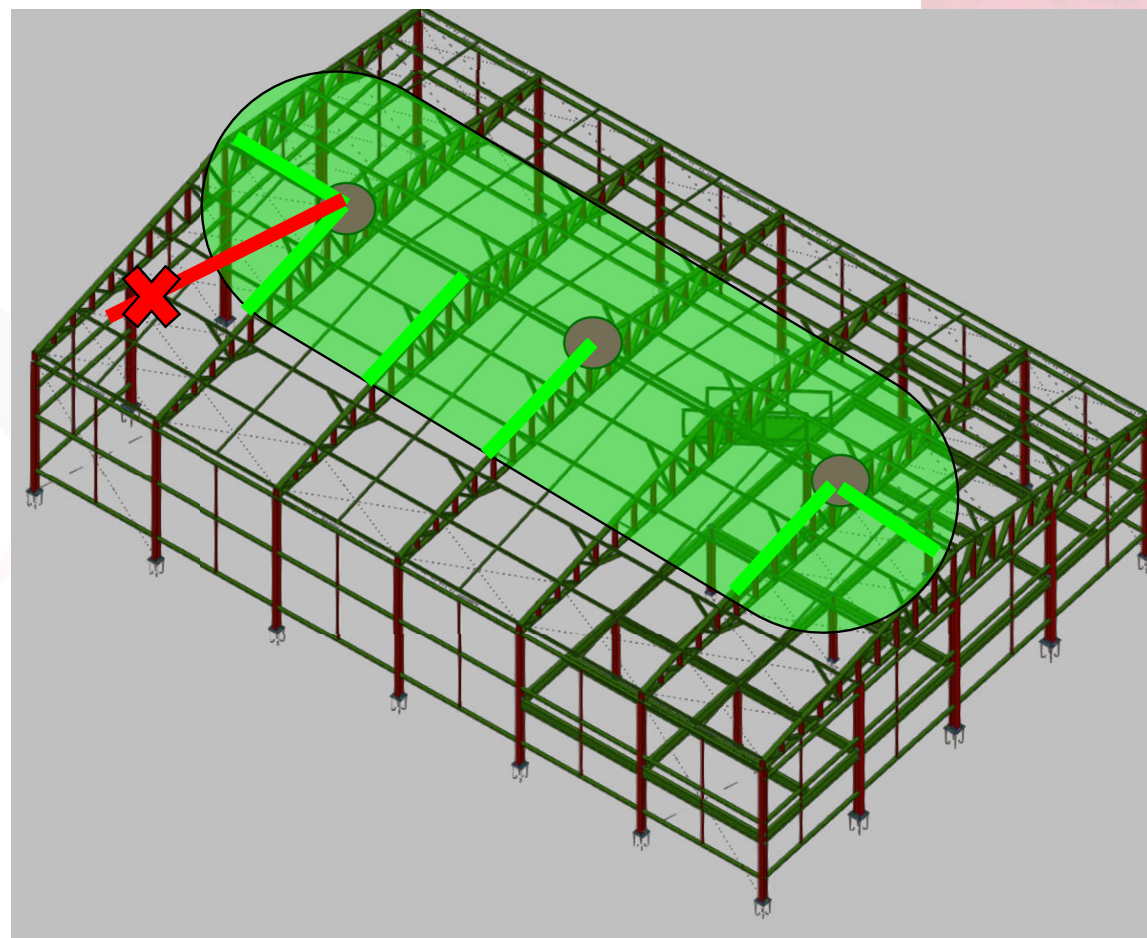
LINHA DE VIDA HORIZONTAL – **ACESSÓRIOS**



INSTALAR NO TOPO DA CUMEEIRA PARA MELHOR APROVEITAMENTO

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

www.benzor.com.br



# 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**

#### ● 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.



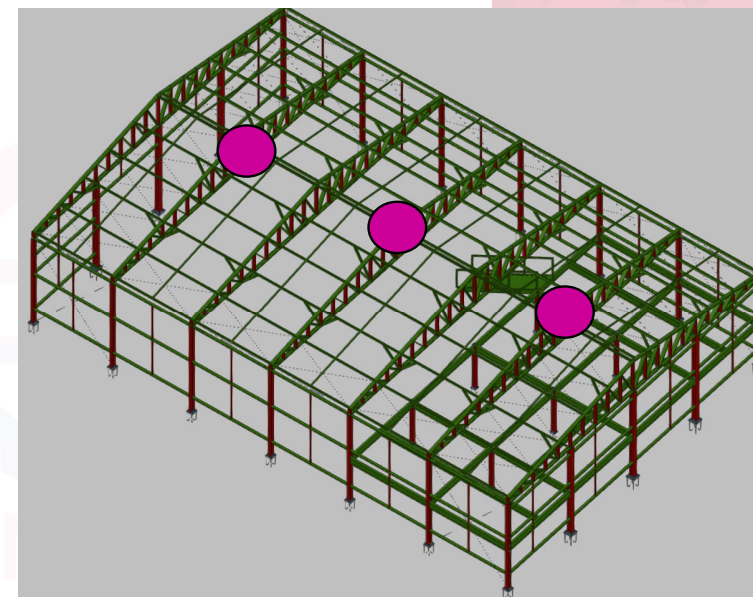
Placa de Ancoragem TF-610  
Instalada em pilar TF-600

#### ● 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.



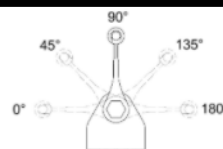
#### ● SUPORTE INTERMEDIÁRIO TF-400



Produzido em aço inox, possibilita fácil movimentação dos 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  
**BSFNZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

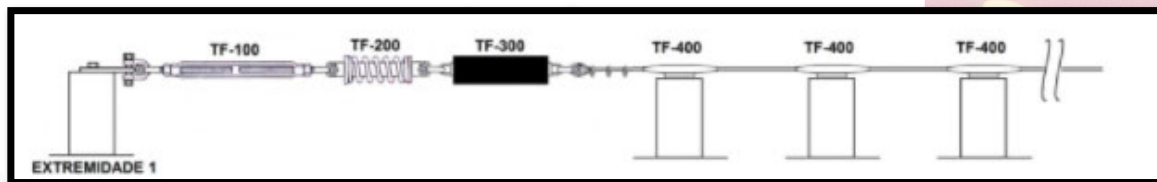
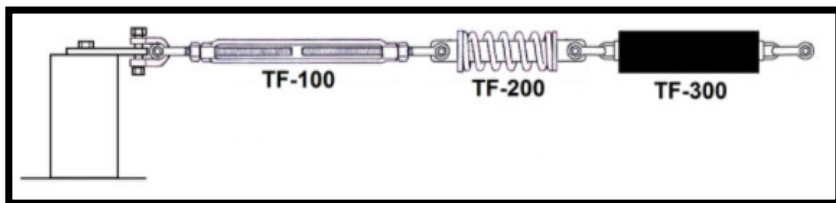
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE LINHA DE VIDAS

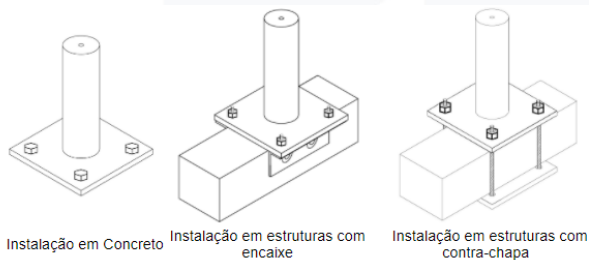
👉 Como encontrar e calcular esforços de linha de vida

👉 LINHA DE VIDA HORIZONTAL – MONTAGEM

#### MONTAGEM DOS ACESSÓRIOS



#### MONTAGEM DA ANCORAGEM

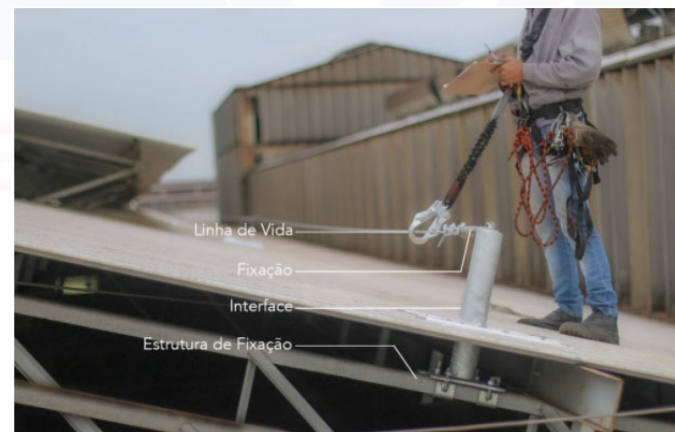


As normas que abordam pontos de ancoragem são:

- 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 R  
VZOR  
ENGINEER

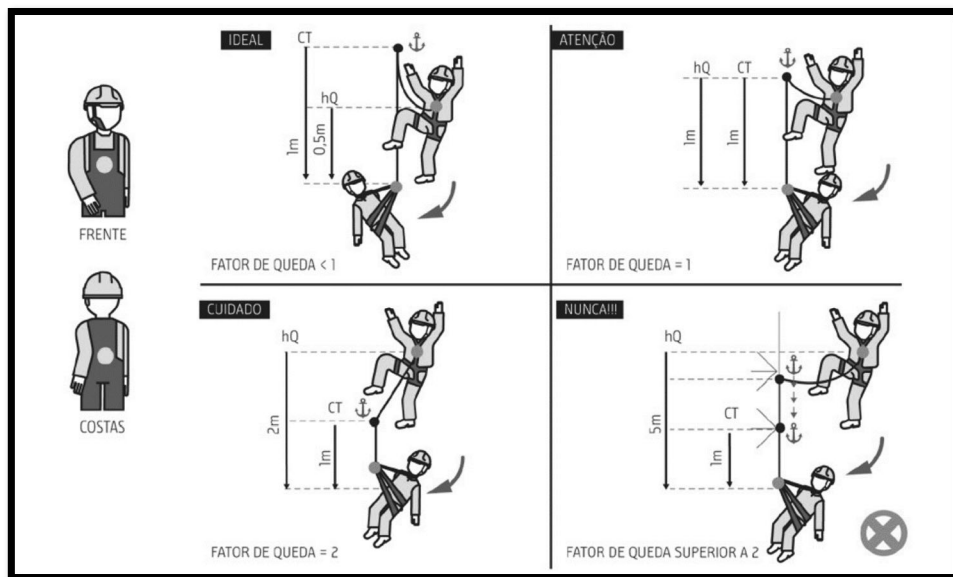
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE LINHA DE VIDAS

👉 Como encontrar e calcular esforços de linha de vida

👉 LINHA DE VIDA HORIZONTAL – 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

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

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## 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.

**F3** = Flecha dinâmica de cálculo

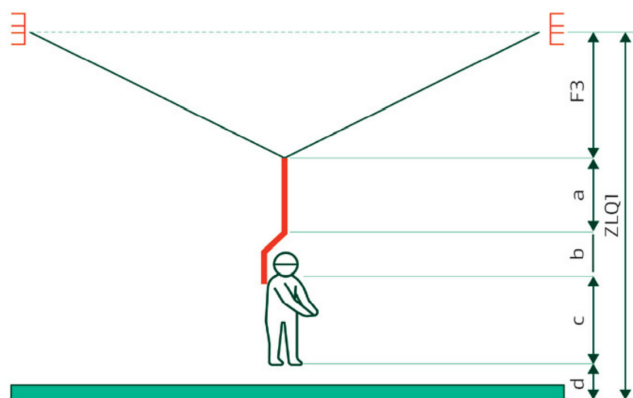
**a** = Comprimento do talabarte.

**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).

#### CÁLCULO DE ZONA LIVRE DE QUEDA COM ABSORVEDOR – ZLQ1



FONTE: ADAPTADO DE BRANCHTEIN; SOUZA; SIMON, 2015

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



## CASO 01

USE NOSSA PLANILHA AUTOMÁTICA  
PARA CÁLCULO DETALHADO

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
Plast ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

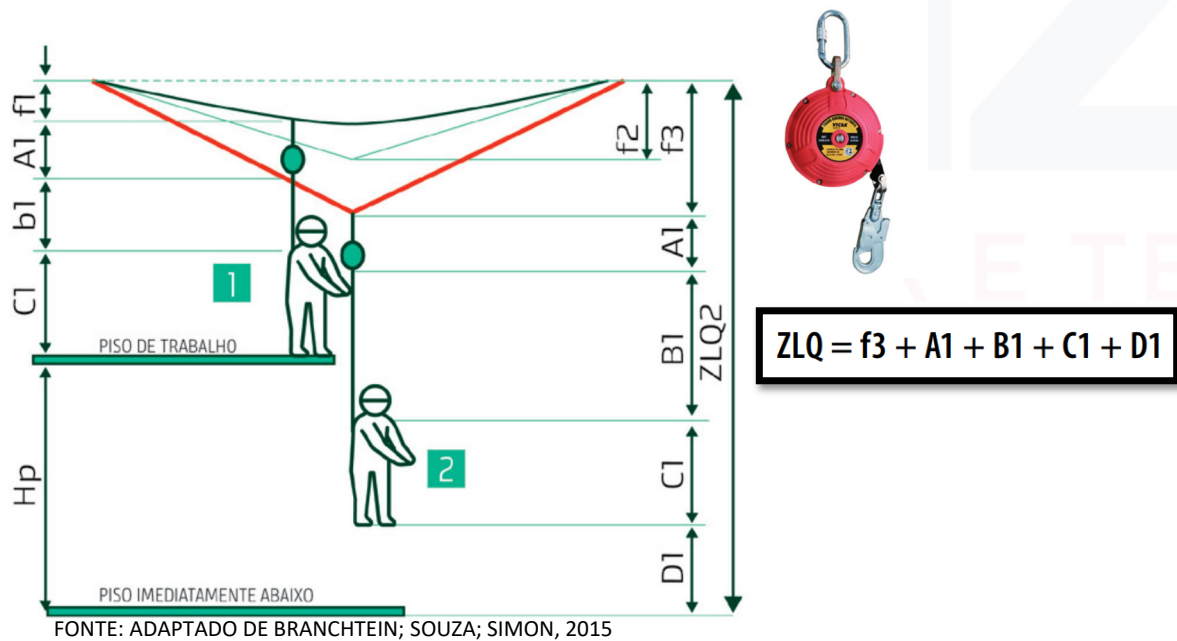
## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### 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.



www.benzor.com.br

## CASO 02

USE NOSSA PLANILHA AUTOMÁTICA  
PARA CÁLCULO DETALHADO

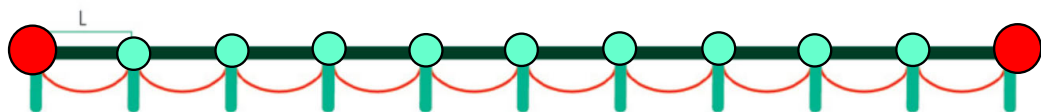
SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## 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

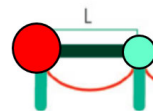
#### EXEMPLO

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.

www.benzor.com.br

### 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

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA DE LINHA DE VIDAS

www.benzor.com.br

#### 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 Piraletes 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.

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
CLASS ENGINEER

# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

# **AULA 27**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CARGA ACIDENTAL FQ E NOCIONAL

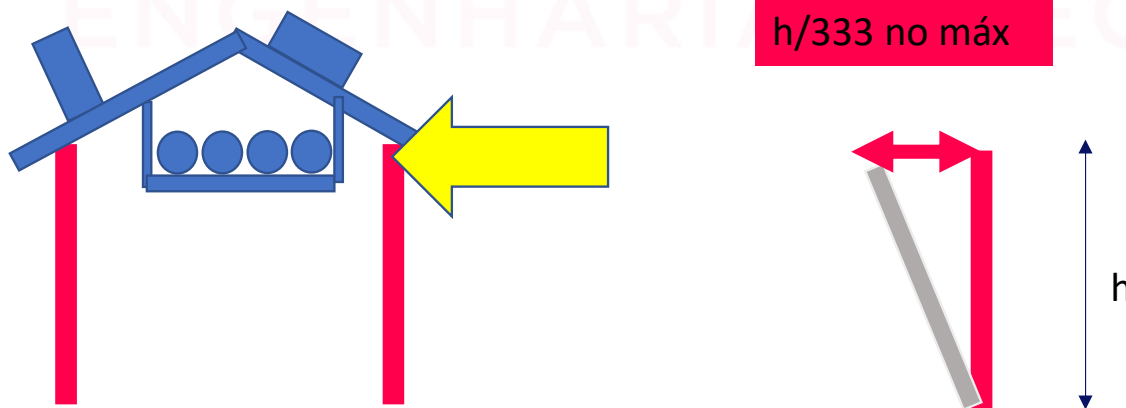
www.benzor.com.br

☞ 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 HORIZONTAIS 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  $90^\circ$  com o solo  
Majora (usando os coeficientes de majoração)  
Multiplica pela distancia entre pórticos



# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

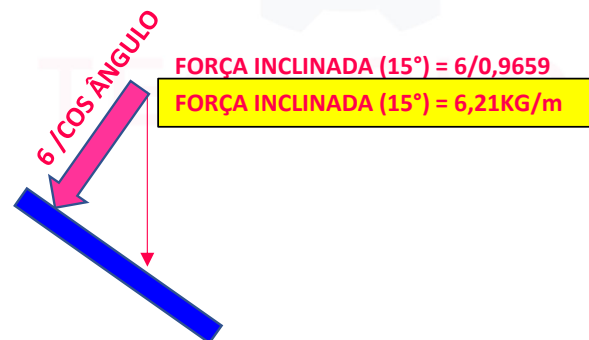
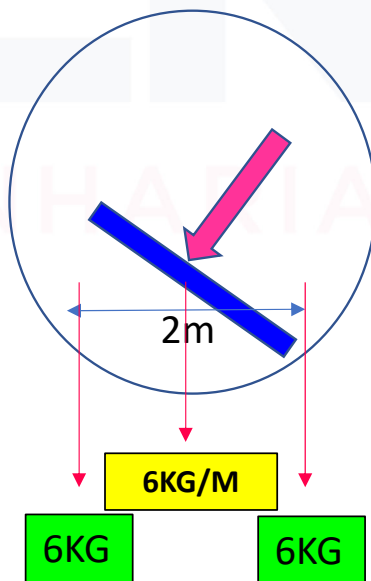
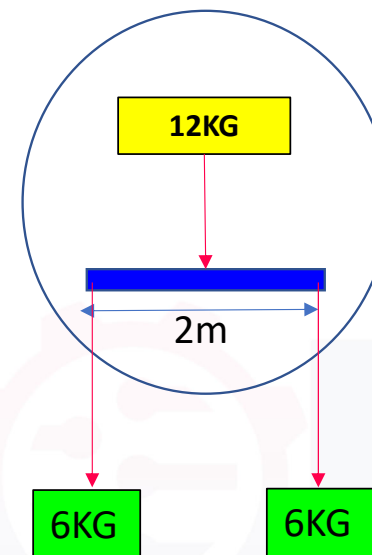
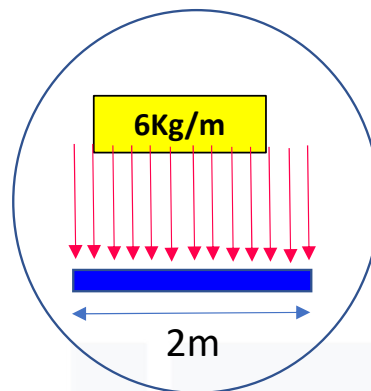
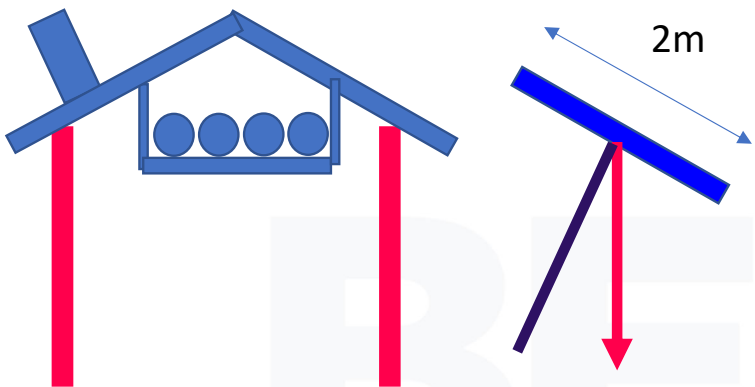
# **AULA 28**

# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

www.benzor.com.br

## CARGAS ATUANTES EM ESTRUTURAS

### CONVERSÃO DE CARGAS PARA 90°



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

SEJA BEM-VINDO A  
**BENZOR**  
 CLASS ENGINEER

# **PROJETISTA DE**

## **ESTRUTURAS METÁLICAS**

# **AULA 29**

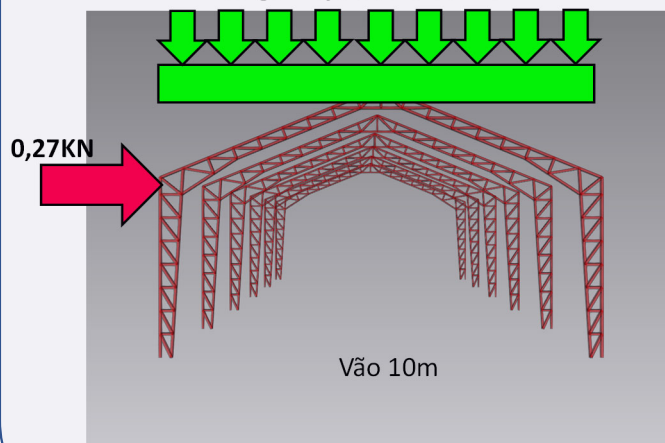
# PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

## HIPÓTESES E APLICAÇÃO DE CARGA

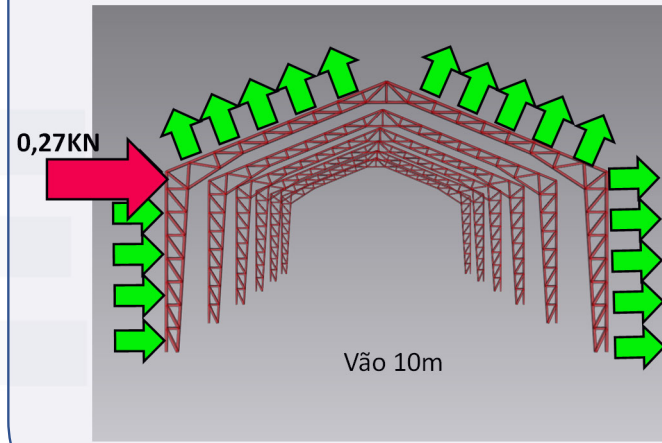
www.benzor.com.br

Sem vento

Carga Majorada ex: 9kN/m



Vento 0°



Vento 90°

