

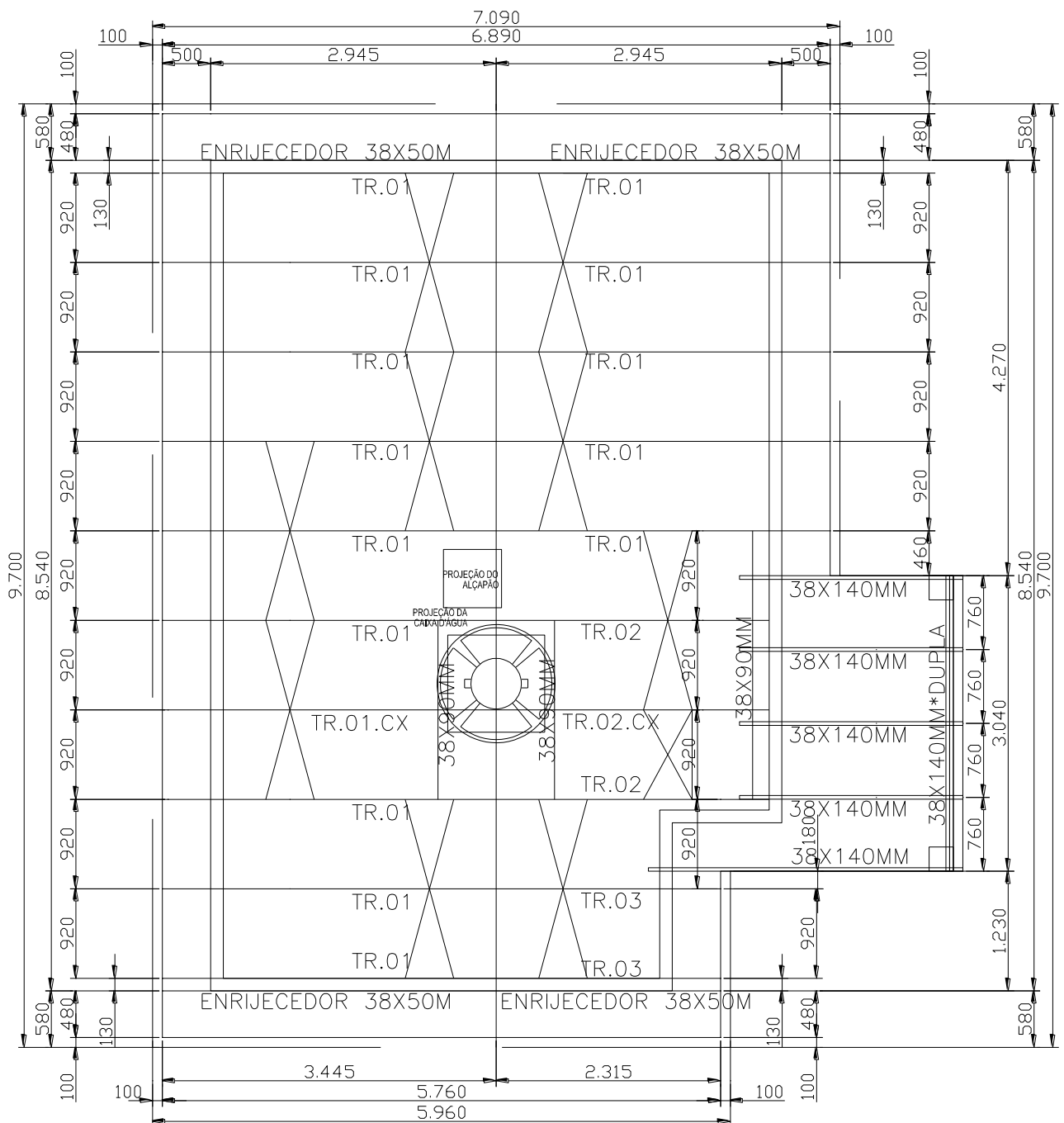
Sengés, 28 de Fevereiro de 2021.

MEMORIAL\_E1091.21.RCASERV.JANDAIA.SO.SUL.47.REB

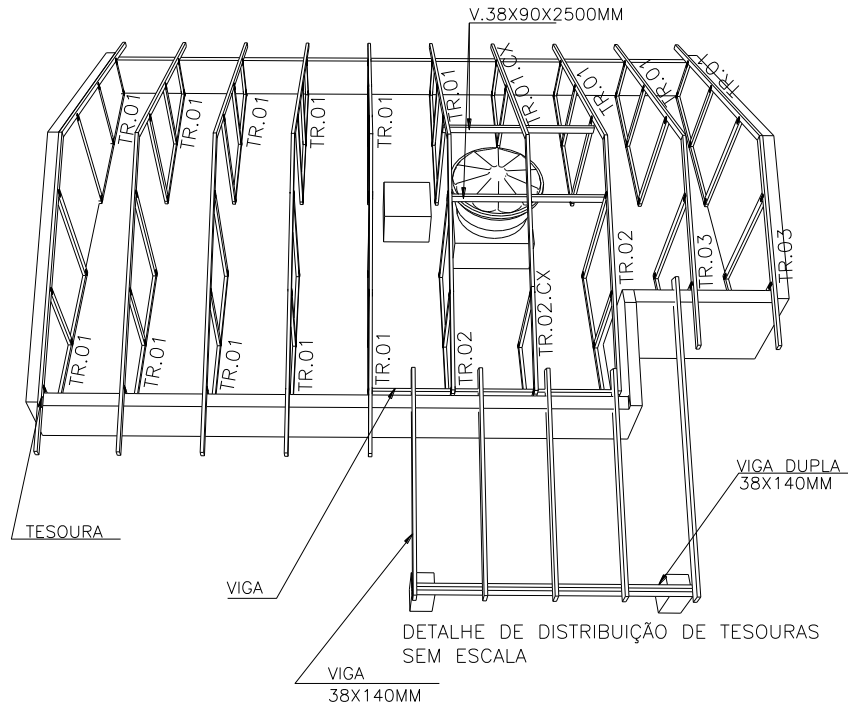
## MEMÓRIA DE CÁLCULO – ESTRUTURA DE COBERTURA – MADEIRAS DE PINUS E EUCALIPTO TRATADOS COM CCA

### ➤ PROJETO:

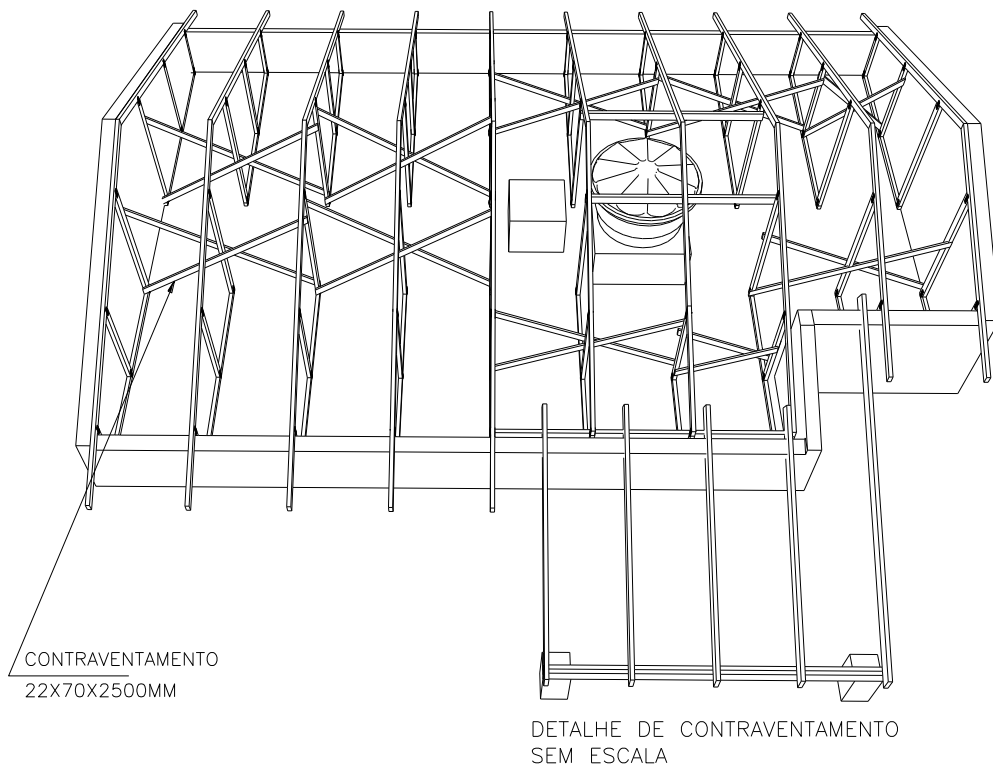
#### PLANTA BAIXA



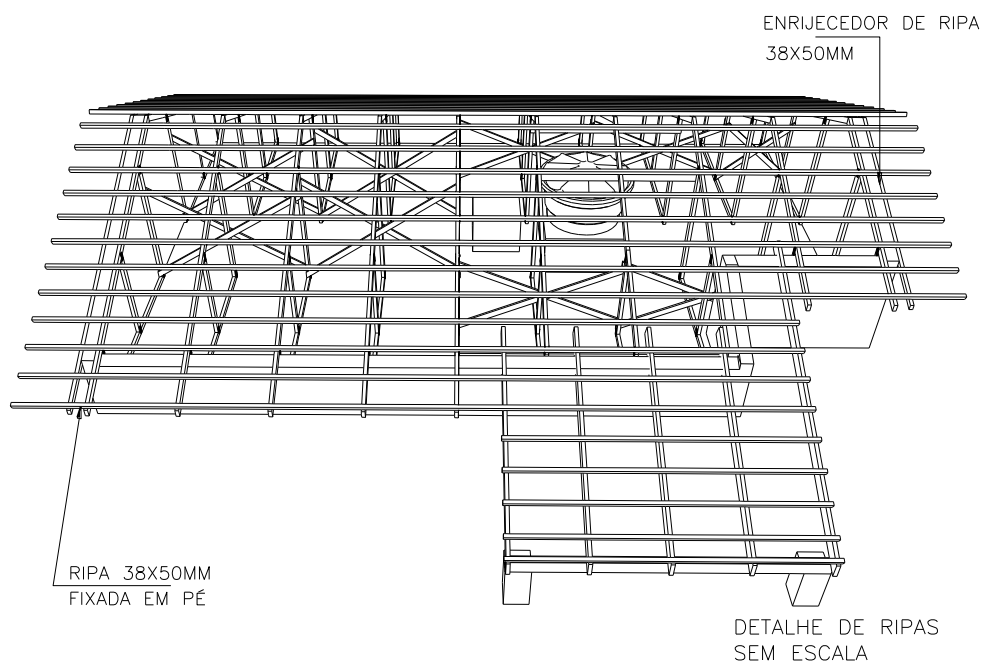
## DISTRIBUIÇÃO DE TESOURAS



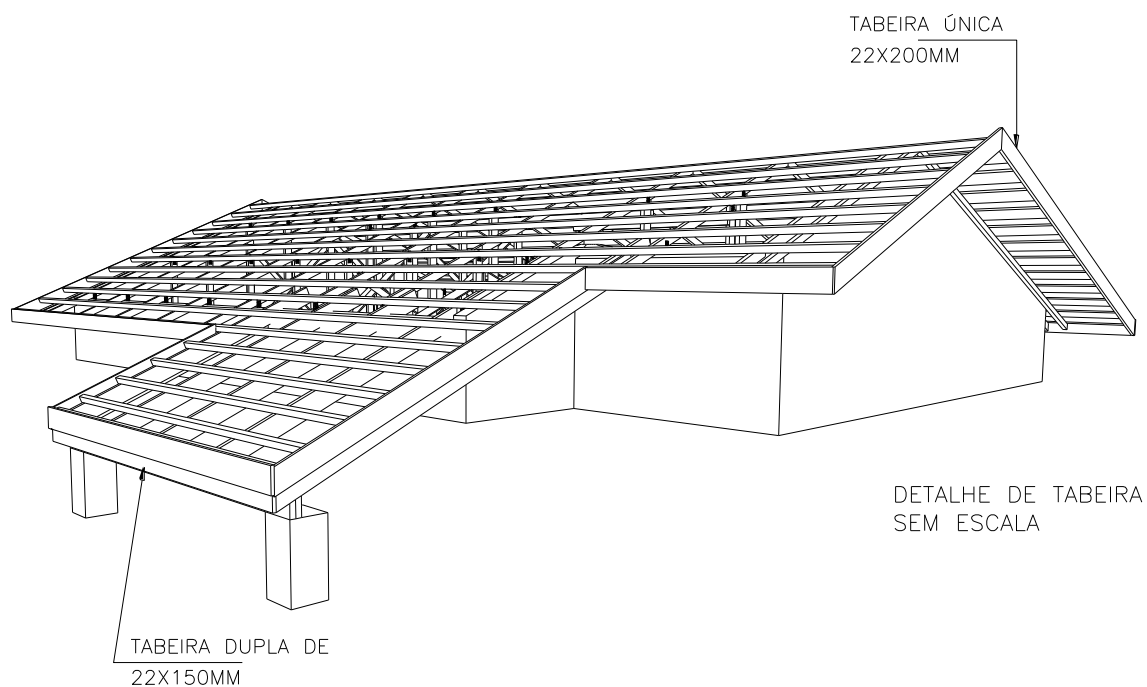
## CONTRAVENTAMENTO



## RIPAMENTO



## TABEIRAS



➤ CARACTERÍSTICAS

- Telha Cerâmica;
- Estrutura Apoiada sobre laje;
  
- Madeira de Pinus e/ou Eucalipto Tratado - Classe de resistência segundo a NBR 7190/97: C20/C30;
- Outras NORMAS vigentes na memória de cálculo: NBR 6123/87 – FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES / NBR 15575 NORMA DE DESEMPENHO;
- Localização: JANDAIA DO SUL - PR

➤ AÇÕES:

○ 1.- VERIFICAÇÃO DE CÁLCULO.

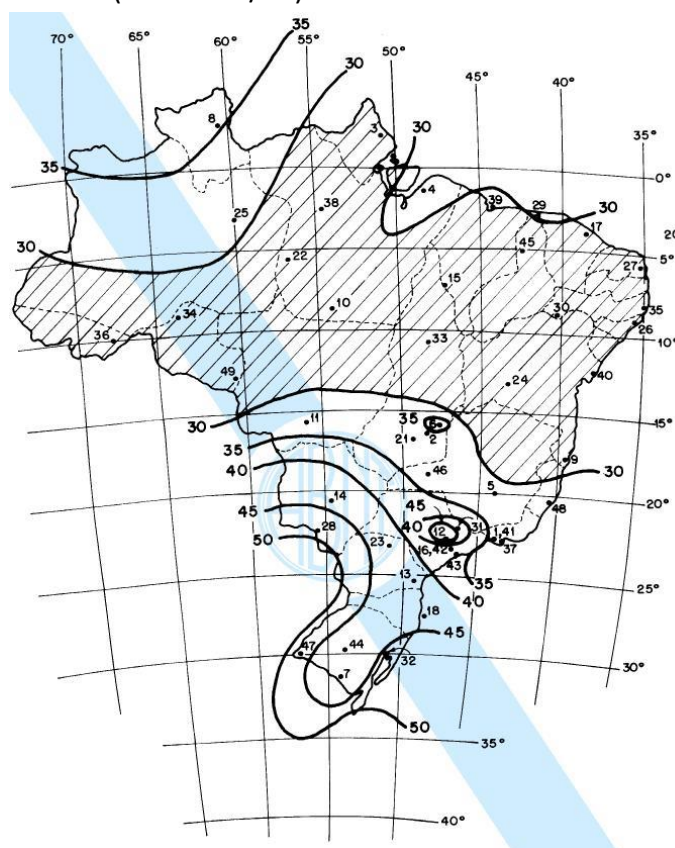
1.1.- CARREGAMENTOS:

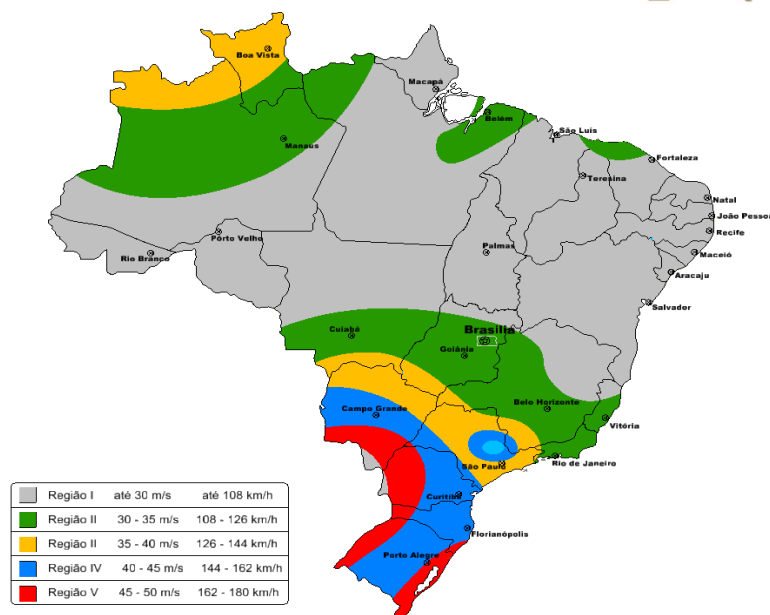
1.1.1.- Cargas Permanentes.

- Telha Cerâmica = 50 daN/m<sup>2</sup>
- Madeira = 650Kg/m<sup>3</sup>

1.2.2.- Cargas Acidentais.

- Vento (NBR 6123/87)





- Coeficientes de pressão externa(CPE):

- Vento 90º: - 0,4 e -0,4 (sucção)

- Vento 0º: - 0,7 e -0,7 (sucção)

- Coeficiente de pressão interna (CPI):

- Cpi: +0,2(sucção) e -0,3 (pressão)

$$V_0 = 40m / s$$

$$S_1 = 1,00$$

$$S_2 = 0,65$$

$$S_3 = 1,00$$

$$V_k = V_0 \times S_1 \times S_2 \times S_3 = 40 \times 1,00 \times 0,65 \times 1,00$$

$$V_k = 26m / s$$

$$q = \frac{V_k^2}{16} = \frac{26^2}{16} = 42,25 daN / m^2$$

- Composição de coeficientes:

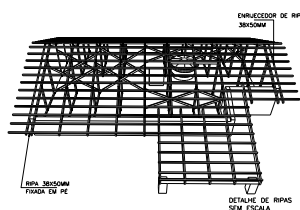
- Comp. = 0,9 (sucção), Logo:

$$F_{gv} = 0,9 \times 42,25 = 38,03 daN / m^2$$

(Vento de sucção)

Segundo os coeficientes apresentados na NBR 6123/87, não existe vento de sobrepressão neste caso. Mas trabalhando a favor da segurança, e tornando redundante o sistema de cobertura, fixar as duas primeiras fiadas de telha com parafusos;

## VERIFICAÇÃO DE RIPAS – MADEIRA C25 PINUS TRATADO



DIMENSÕES (m)		MADEIRA	
BASE:	0,038	CLASSE:	C 25
ALTURA:	0,05	UMIDADE:	1
VÃO LIVRE:	1,16	$\gamma$ (Kg/m <sup>3</sup> ):	650,00
ESPAÇAMENTO:	0,33	$\gamma_g$ :	1,40
INCLINAÇÃO(%):	35%	kmod:	0,56
fco,k (daN):	250	f <sub>to,d</sub> (daN/cm <sup>2</sup> ):	100,00
kmod1 (PERMANENTE):	0,70	Km:	0,50
kmod2 (UMIDADE):	1,00	Eco,m (daN/cm <sup>2</sup> ):	113.500,00
kmod3 (CLASSIFIC.):	0,80	Eco,ef (daN/cm <sup>2</sup> ):	63.560,00
f <sub>v,k</sub> (Mpa):	6	f <sub>v,d</sub> (KN/cm <sup>2</sup> ):	0,16667
$\gamma_{wv}$ :	1,8	V <sub>q</sub> :	1,20
f <sub>v,d</sub> (kN/cm <sup>2</sup> ):	0,187	V <sub>qv</sub> :	1,40

ÂNGULO ( $\alpha$ ):	0,336674819 RADIANS
COS ( $\alpha$ ):	0,943858356
SEN ( $\alpha$ ):	0,330350425

I <sub>xx</sub> (cm <sup>4</sup> )	39,5833
I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	22,863
y <sub>y</sub>	2,500
y <sub>x</sub>	1,900
I <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	22,8633
i <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	109,6966
$\lambda$ :	1,06

$$I_{xx} = \frac{b \times h^3}{12}$$

$$I_{yy} = \frac{b^3 \times h}{12}$$

### CARGA PERMANENTE (F<sub>g</sub>)

TELHA (daN/m <sup>2</sup> ):	45
+ 20,00 (daN/m <sup>2</sup> ):	
PESO PROPRIO + TELHA:	16,09 daN/m → 0,161 daN/cm

### CARGA ACIDENTAL (F<sub>q</sub>)

VENTO (daN/m <sup>2</sup> ):	-48
PESO VENTO (F <sub>qv</sub> ):	-15,84 daN/m → -0,158 daN/cm

SOBRECARGA (daN):	100 daN → 100,000 daN
ou	
SOBRECARGA (daN/m <sup>2</sup> ):	
SOB. DISTRIBUIDA (F <sub>q2</sub> ):	0 daN/m → 0,000 daN/cm

### MOMENTOS FLETORES

M <sub>g</sub> (daN / cm) →	270,55	$M_g = \frac{F_q \times L^2}{8}$
M <sub>qv</sub> (daN / cm) →	(266,43)	$M_{qv} = \frac{F_{qv} \times L^2}{8}$
M <sub>q2</sub> (daN / cm) →	2.900,00	$M_{q2} = \frac{F_{q2} \times L}{4}$



**VERIFICAÇÃO DE RIPA - MADEIRA C30 EUCALIPTO**

DIMENSÕES (m)		MADEIRA	
BASE:	0,038	CLASSE:	C 30
ALTURA:	0,05	UMIDADE:	1
VÃO LIVRE:	1,2	$\gamma$ (Kg/m <sup>3</sup> ):	690,00
ESPAÇAMENTO:	0,33	$\gamma_g$ :	1,40
INCLINAÇÃO(%):	35%	<b>kmod:</b>	<b>0,56</b>
<b>f<sub>co,k</sub> (daN):</b>	<b>300</b>	<b>f<sub>to,d</sub> (daN/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>120,00</b>
kmod1 (PERMANENTE):	0,70	Km:	0,50
kmod2 (UMIDADE):	1,00	Eco,m (daN/cm <sup>2</sup> ):	127.920,00
kmod3 (CLASSIFIC.):	0,80	<b>Eco,ef (daN/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>71.635,20</b>
f <sub>vk</sub> (Mpa):	6	<b>f<sub>vd</sub> (KN/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>0,16667</b>
$\gamma_{wv}$ :	1,8	$\gamma_q$ :	1,20
<b>f<sub>vd</sub> (kN/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>0,187</b>	$\gamma_{qv}$ :	1,40

ÂNGULO ( $\alpha$ ):	0,336674819	RADIANOS
COS ( $\alpha$ ):	0,943858356	
SEN ( $\alpha$ ):	0,330350425	

I <sub>xx</sub> (cm <sup>4</sup> )	39,5833
I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	22,863
$y_y$	2,500
$y_x$	1,900
I <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	22,8633
i <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	109,6966
$\lambda$ :	1,09

$$I_{xx} = \frac{b \times h^3}{12}$$

$$I_{yy} = \frac{b^3 \times h}{12}$$

**CARGA PERMANENTE (Fg)**

TELHA (daN/m<sup>2</sup>): 50  
 + 20,00 (daN/m<sup>2</sup>):

PESO PRÓPRIO + TELHA:	17,81 daN/m	→	0,178 daN/cm
-----------------------	-------------	---	--------------

**CARGA ACIDENTAL (Fq)**

VENTO (daN/m<sup>2</sup>): -48

PESO VENTO (Fqv):	-15,84 daN/m	→	-0,158 daN/cm
-------------------	--------------	---	---------------

SOBRECARGA (daN):

100 daN	→	100,000 daN
---------	---	-------------

ou

SOBRECARGA (daN/m<sup>2</sup>):

SOB. DISTRIBUIDA (Fq2):	0 daN/m	→	0,000 daN/cm
-------------------------	---------	---	--------------

**MOMENTOS FLETORES**

$$M_g = \frac{F_q \times L^2}{8}$$

Mg (daN / cm)	→	320,60
Mqv (daN / cm)	→	(285,12)
Mq2 (daN / cm)	→	3.000,00

$$M_{qv} = \frac{F_{qv} \times L^2}{8}$$

$$M_{q2} = \frac{F_{q2} \times L}{4}$$

### MOMENTO FLETOR DE CÁLCULO

$$M_d = \gamma_g \times M_g + \gamma_q \times (0,75 \times M_{qv} + \Psi_2 \times M_{q2})$$

Md1 (daN / cm)	→	99,02
Md2 (daN / cm)	→	1.190,77
<b>Md (daN / cm)</b>	<b>→</b>	<b>1.190,77</b>
Mdy (daN / cm)	→	1.123,92
Mdx (daN / cm)	→	393,37
δMdy (daN/cm²)	→	70,984
δMdx (daN/cm²)	→	32,690

### VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

$$\frac{\sigma_{Mdy}}{f_{t0,d}} + k_m \frac{\sigma_{Mdx}}{f_{t0,d}} \leq 1 \quad \text{OK!!!}$$

$$k_m \frac{\sigma_{Mdy}}{f_{t0,d}} + \frac{\sigma_{Mdx}}{f_{t0,d}} \leq 1 \quad \text{OK!!!}$$

### CORTANTE

Vg (daN)	→	6,933
Vq (daN)	→	100 (MUITO PRÓXIMO AO APOIO)
Vqv (daN)	→	-20,690

V <sub>d1</sub> (daN)	→	107,982
V <sub>d2</sub> (daN)	→	123,913

<b>V<sub>d</sub> (daN)</b>	<b>→</b>	<b>123,913</b>
----------------------------	----------	----------------

V <sub>dx</sub> (daN)	→	116,957
V <sub>dy</sub> (daN)	→	40,935

δ <sub>dx</sub> (kN/cm²)	→	0,092	→	<b>OK!!!</b>
δ <sub>dy</sub> (kN/cm²)	→	0,032	→	<b>OK!!!</b>

### VERIFICAÇÃO PELO ESTADO LIMITE DE UTILIZAÇÃO

#### FLEXA DEVIDA A CARGA PERMANENTE:

F <sub>gy</sub> (daN/cm):	0,15182
F <sub>gx</sub> (daN/cm):	0,05314

V <sub>gy</sub> (cm):	0,1423
V <sub>gx</sub> (cm):	0,0862

$$V_{gy} = \frac{5 \times F_{gy} \times L^4}{384 \times E_{c0,ef} \times I_{xx}}$$

$$V_{gx} = \frac{5 \times F_{gx} \times L^4}{384 \times E_{c0,ef} \times I_{yy}}$$



### FLEXA DEVIDA A AÇÃO DO VENTO:

V <sub>qv</sub> (cm):	-0,1484
-----------------------	---------

$$V_{qv} = \frac{5 \times F_{qv} \times L^4}{384 \times E_{c0,ef} \times I_{xx}}$$

### FLEXA DEVIDA A CARGA DE MANUTENÇÃO:

F <sub>q2y</sub> (daN/cm):	94,386
F <sub>q2x</sub> (daN/cm):	33,035

V <sub>q2y</sub> (cm):	1,2200
V <sub>q2x</sub> (cm):	0,7392

$$V_{q2y} = \frac{F_{q2y} \times L^3}{48 \times E_{c0,ef} \times I_{xx}}$$

$$V_{q2x} = \frac{F_{q2x} \times L^3}{48 \times E_{c0,ef} \times I_{yy}}$$

### COMPOSIÇÃO DE DEFORMAÇÕES → OK!!!

$$V_d = V_g + V_{qv} + \Psi_2 \times V_{q2}$$

SITUAÇÃO 1:	V <sub>d1y</sub> :	0,006 cm
	V <sub>d1x</sub> :	0,086 cm
SITUAÇÃO 2:	V <sub>d2y</sub> :	0,386 cm
	V <sub>d2x</sub> :	0,234 cm
<b>V<sub>máx.</sub>(L/300):</b>		<b>0,387 cm</b>

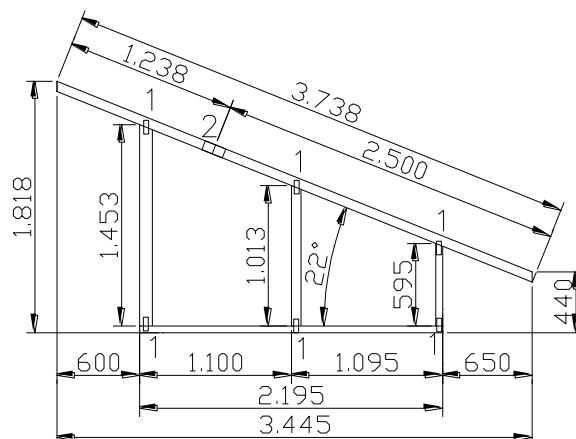
\*NOTA: Verificação de ripa feita em madeiras de PINUS TAEDA, classe de resistência C25. Considerada flexa de L/300 para as deformações, flexa esta, considerada conservadora para efeito de cálculo.

O ripamento, considerado usualmente como viga secundária (L/180), foi nesse caso, para efeito de cálculo, considerado como viga principal L/300 (pior situação), pelo fato do sistema não possuir vigas ou terças

Atendendo em sua TOTALIDADE, a norma NBR 15575 – item 7.2 **Requisito – Solicitações de montagem ou manutenção**, Suportar cargas transmitidas por pessoas e objetos nas fases de montagem ou de manutenção, sub-item **7.2.2 Critério – Cargas concentradas**, As estruturas principal e secundária, quer sejam reticuladas ou treliçadas, devem suportar a ação de carga vertical concentrada de 1 kN aplicada na seção mais desfavorável, sem que ocorram falhas ou que sejam superados os seguintes limites de deslocamento (dv) em função do vão (L):

- barras de treliças:  $dv \leq L / 350$ ;
- vigas principais e terças:  $dv \leq L / 300$ ;
- vigas secundárias:  $dv \leq L / 180$ .

## CÁLCULO DE TESOURAS:



## VERIFICAÇÃO DE CÁLCULO DAS BARRAS:

### VERIFICAÇÃO DE TESOURAS APOIADAS SOBRE LAJE

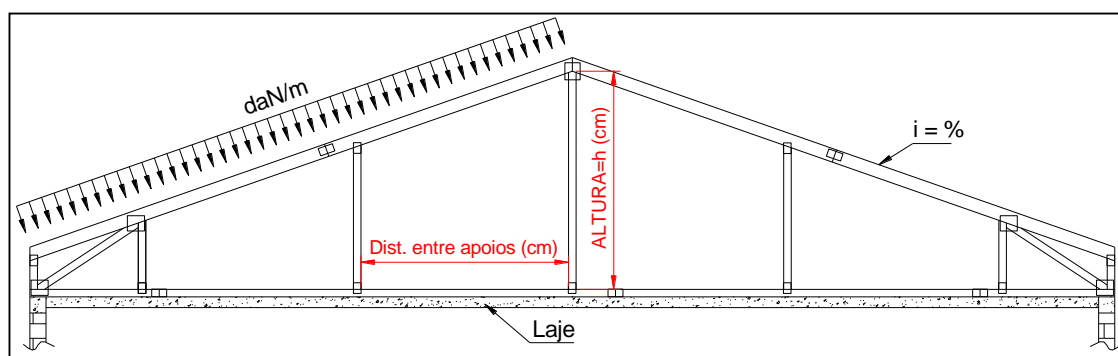
#### PADRONIZAÇÃO

BANZOS	
BANZOS SUPERIORES:	38x70mm
BANZOS INFERIORES:	38x50mm
MONTANTES:	
ATÉ 1,0m DE ALTURA:	38x50mm
DE 1,5 ATÉ 1,7m:	38x70mm
(*) DE 1,7 ACIMA:	38x100mm

(\*):

Consideramos que as barras estejam fixadas em uma ligação semi-rígida, porém, trabalhando a favor da segurança, recomendamos que as maiores barras (maiores que 150 cm) sejam contraventadas para maior estabilidade e rigidez do Sistema.

#### VERIFICAÇÃO DE CÁLCULO



## BANZOS SUPERIORES

DIMENSÕES (m)		MADEIRA	PINUS
BASE:	0,038	CLASSE:	C 25
ALTURA:	0,07	UMIDADE:	2
VÃO LIVRE:	1,2	$\gamma$ (Kg/m <sup>3</sup> ):	750,00
ESPAÇAMENTO:	1,2	$\gamma_g$ :	1,40
INCLINAÇÃO(%):	35%	kmod:	0,45
fco,k (daN):	250	fto,d (daN/cm <sup>2</sup> ):	80,00
kmod1 (PERMANENTE):	0,70	Km:	0,50
kmod2 (UMIDADE):	0,80	Eco,m (daN/cm <sup>2</sup> ):	104.623,00
kmod3 (CLASSIFIC.):	0,80	Eco,ef (daN/cm <sup>2</sup> ):	46.871,10
f <sub>vk</sub> (Mpa):	3	f <sub>vd</sub> (KN/cm <sup>2</sup> ):	0,06944
$\gamma_{wv}$ :	1,8	$\gamma_q$ :	1,20
f <sub>vd</sub> (kN/cm <sup>2</sup> ):	0,062	$\gamma_{qv}$ :	1,40

ÂNGULO ( $\alpha$ ):	0,336674819	RADIANOS
COS ( $\alpha$ ):	0,943858356	
SEN ( $\alpha$ ):	0,330350425	

I <sub>xx</sub> (cm <sup>4</sup> )	108,6167
I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	32,009
$\gamma_y$	3,500
$\gamma_x$	1,900
I <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	32,0087
imin (cm <sup>4</sup> )	109,6966
$\lambda$ :	1,06

$$I_{xx} = \frac{b \times h^3}{12}$$

$$I_{yy} = \frac{b^3 \times h}{12}$$

### CARGA PERMANENTE (Fg)

TELHA (daN/m <sup>2</sup> ):	50
+ 20,00 (daN/m <sup>2</sup> ):	

PESO PRÓPRIO + TELHA:	59,995 daN/m	→	0,600 daN/cm
-----------------------	--------------	---	--------------

### CARGA ACIDENTAL (Fq)

VENTO (daN/m <sup>2</sup> ):	-45
------------------------------	-----

PESO VENTO (Fqv):	-52,2 daN/m	→	-0,522 daN/cm
-------------------	-------------	---	---------------

SOBRECARGA (daN):

100 daN	→	100,000 daN
---------	---	-------------

ou

SOBRECARGA (daN/m<sup>2</sup>):

SOB. DISTRIBUIDA (Fq2):	20 daN/m	→	0,200 daN/cm
-------------------------	----------	---	--------------

## MOMENTOS FLETORES

$$M_g = \frac{F_q \times L^2}{8}$$

Mg (daN / cm)	→	1.009,12
Mqv (daN / cm)	→	(878,00)
Mq2 (daN / cm)	→	336,40

$$M_{qv} = \frac{F_{qv} \times L^2}{8}$$

$$M_{q2} = \frac{F_{q2} \times L}{4}$$

### MOMENTO FLETOR DE CÁLCULO

$$M_d = \gamma_g \times M_g + \gamma_q \times (0,75 \times M_{qv} + \Psi_2 \times M_{q2})$$

Md1 (daN / cm)	→	490,86
Md2 (daN / cm)	→	1.506,95
<b>Md (daN / cm)</b>	<b>→</b>	<b>1.506,95</b>
Mdy (daN / cm)	→	1.422,35
Mdx (daN / cm)	→	497,82
δMdy (daN/cm <sup>2</sup> )	→	45,833
δMdx (daN/cm <sup>2</sup> )	→	29,550

### VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

$$\frac{\sigma_{Mdy}}{f_{t0,d}} + k_m \frac{\sigma_{Mdx}}{f_{t0,d}} \leq 1 \quad \text{OK!!!}$$

$$k_m \frac{\sigma_{Mdy}}{f_{t0,d}} + \frac{\sigma_{Mdx}}{f_{t0,d}} \leq 1 \quad \text{OK!!!}$$

### CORTANTE

Vg (daN)	→	25,860
Vq (daN)	→	100 (MUITO PRÓXIMO AO APOIO)
Vqv (daN)	→	-19,397

Vd1 (daN)	→	135,838
Vd2 (daN)	→	150,773
<b>Vd (daN)</b>	<b>→</b>	<b>150,773</b>

Vdx (daN)	→	142,308
Vdy (daN)	→	49,808

δdx (kN/cm <sup>2</sup> )	→	0,080	→	<b>OK!!!</b>
δdy (kN/cm <sup>2</sup> )	→	0,028	→	<b>OK!!!</b>

### VERIFICAÇÃO PELO ESTADO LIMITE DE UTILIZAÇÃO

FLEXA DEVIDA A CARGA PERMANENTE:

Fgy (daN/cm):	0,56627
Fgx (daN/cm):	0,19819

Vgy (cm):	0,2622
Vgx (cm):	0,3114

$$V_{gy} = \frac{5 \times F_{gy} \times L^4}{384 \times E_{c0,ef} \times I_{xx}}$$

$$V_{gx} = \frac{5 \times F_{gx} \times L^4}{384 \times E_{c0,ef} \times I_{yy}}$$

**FLEXA DEVIDA A AÇÃO DO VENTO:**

V <sub>qv</sub> (cm):	-0,2417
-----------------------	---------

$$V_{qv} = \frac{5 \times F_{qv} \times L^4}{384 \times E_{c0,ef} \times I_{xx}}$$

**FLEXA DEVIDA A CARGA DE MANUTENÇÃO:**

F <sub>q2y</sub> (daN/cm):	10,949
F <sub>q2x</sub> (daN/cm):	3,832

V <sub>q2y</sub> (cm):	0,0699
V <sub>q2x</sub> (cm):	0,0831

$$V_{q2y} = \frac{F_{q2y} \times L^3}{48 \times E_{c0,ef} \times I_{xx}}$$

$$V_{q2x} = \frac{F_{q2x} \times L^3}{48 \times E_{c0,ef} \times I_{yy}}$$

**COMPOSIÇÃO DE DEFORMAÇÕES**

OK!!!

$$V_d = V_g + V_{qv} + \Psi_2 \times V_{q2}$$

SITUAÇÃO 1:

V <sub>d1y</sub> :	0,021 cm
V <sub>d1x</sub> :	0,311 cm

SITUAÇÃO 2:

V <sub>d2y</sub> :	0,276 cm
V <sub>d2x</sub> :	0,328 cm

<b>V<sub>máx.</sub>(L/350):</b>	<b>0,331 cm</b>
---------------------------------	-----------------

As barras dos banzos superiores das tesouras, neste caso tipo caibros, considerado usualmente como vigas principais e terças (L/300), foi nesse caso, para efeito de cálculo, considerado como barras de treliças apoiadas sobre paredes L/350 (pior situação), pelo fato do sistema não possuir vigas ou terças

Atendendo em sua TOTALIDADE, a norma NBR 15575 – item 7.2 **Requisito – Solicitações de montagem ou manutenção**, Suportar cargas transmitidas por pessoas e objetos nas fases de montagem ou de manutenção, sub-item **7.2.2 Critério – Cargas concentradas**, As estruturas principal e secundária, quer sejam reticuladas ou treliçadas, devem suportar a ação de carga vertical concentrada de 1 kN aplicada na seção mais desfavorável, sem que ocorram falhas ou que sejam superados os seguintes limites de deslocamento (dv) em função do vão (L):

- barras de treliças:  $dv \leq L / 350$ ;
- vigas principais e terças:  $dv \leq L / 300$ ;
- vigas secundárias:  $dv \leq L / 180$ .

## VERIFICAÇÃO DOS MONTANTES:

### MONTANTES DE ATÉ 0,880m DE ALTURA

DIMENSÕES (m)	
BASE:	0,038
ALTURA:	0,07
ALTURA DO MONTANTE:	0,9
ESPAÇAMENTO:	1,2
<b>fco,k (daN):</b>	<b>250</b>
kmod1 (PERMANENTE):	0,80
kmod2 (UMIDADE):	1,00
kmod3 (CLASSIFIC.):	0,70
f <sub>vk</sub> (Mpa):	3
γ <sub>wv</sub> :	1,8
f <sub>vd</sub> (kN/cm <sup>2</sup> ):	0,078

MADEIRA	PINUS
CLASSE:	C 25
UMIDADE:	2
γ (Kg/m <sup>3</sup> ):	750,00
γ <sub>g</sub> :	1,40
kmod:	0,56
f <sub>to,d</sub> (daN/cm <sup>2</sup> ):	100,00
Km:	0,50
Eco,m (daN/cm <sup>2</sup> ):	104.623,00
Eco,ef (daN/cm <sup>2</sup> ):	58.588,88
f <sub>vd</sub> (KN/cm <sup>2</sup> )	0,06944
γ <sub>q</sub> :	1,20
γ <sub>qv</sub> :	1,40

ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	26,6000
I <sub>xx</sub> (cm <sup>4</sup> )	108,6167
I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	32,009
γ <sub>y</sub>	3,500
γ <sub>x</sub>	1,900
I <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	32,0087
i <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	1,0970
	<b>1,0970</b>
λ:	80,22
<b>ESTABILIDADE</b>	
λ < 140:	OK!!

$$I_{xx} = \frac{b \times h^3}{12}$$

$$I_{yy} = \frac{b^3 \times h}{12}$$

CARGA PERMANENTE (Fg)

PESO PRÓPRIO + TELHA:	67,995 daN/m	→	81,594 daN
-----------------------	--------------	---	------------

δNd (daN/cm <sup>2</sup> )	4,294
----------------------------	-------

### VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

(δNd / f<sub>to,d</sub>)<sup>2</sup> ≤ 1,0 → 0,0018 → **OK!!**



**MONTANTES DE 0,89m A 1,0m DE ALTURA**
**DIMENSÕES (m)**

BASE:	0,038
ALTURA:	0,05
ALTURA DO MONTANTE:	1,0
ESPAÇAMENTO:	1,2

fco,k (daN):	300
kmod1 (PERMANENTE):	0,80
kmod2 (UMIDADE):	1,00
kmod3 (CLASSIFIC.):	0,70
f <sub>vk</sub> (Mpa):	3
γ <sub>wv</sub> :	1,8
f <sub>vd</sub> (kN/cm <sup>2</sup> ):	0,093

ÁREA (cm <sup>2</sup> ):	19,0000
I <sub>xx</sub> (cm <sup>4</sup> )	39,5833
I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	22,863
γ <sub>y</sub>	2,500
γ <sub>x</sub>	1,900
I <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	22,8633
i <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	1,0970
	<b>1,0970</b>
λ:	91,16
<b>ESTABILIDADE</b>	
λ < 140:	OK!!

MADEIRA	EUCALIPTO
CLASSE:	C 30
UMIDADE:	3
γ (Kg/m <sup>3</sup> ):	750,00
γ <sub>g</sub> :	1,40
kmod:	0,56
fto,d (daN/cm <sup>2</sup> ):	120,00
Km:	0,50
Eco,m (daN/cm <sup>2</sup> ):	157.180,00
Eco,ef (daN/cm <sup>2</sup> ):	88.020,80
f <sub>vd</sub> (KN/cm <sup>2</sup> )	0,08333
γ <sub>q</sub> :	1,20
γ <sub>qv</sub> :	1,40

$$I_{xx} = \frac{b \times h^3}{12}$$

$$I_{yy} = \frac{b^3 \times h}{12}$$

**CARGA PERMANENTE (Fg)**

PESO PROPRIO + TELHA:	67,995 daN/m	→	81,594 daN
-----------------------	--------------	---	------------

δNd (daN/cm <sup>2</sup> )	6,012
----------------------------	-------

**VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA**

$$(\delta Nd / f_{to,d})^2 \leq 1,0 \quad \rightarrow \quad 0,0025 \quad \rightarrow \quad \text{OK!!}$$

### MONTANTES DE 1,01m A 1,45m DE ALTURA

DIMENSÕES (m)	
BASE:	0,038
ALTURA:	0,07
ALTURA DO MONTANTE:	1,5
<b>ESPAÇAMENTO:</b>	<b>1,2</b>

<b>fco,k (daN):</b>	<b>200</b>
kmod1 (PERMANENTE):	0,80
kmod2 (UMIDADE):	0,80
kmod3 (CLASSIFIC.):	0,70
f <sub>vk</sub> (Mpa):	2
γ <sub>wv</sub> :	1,8
<b>f<sub>vd</sub> (kN/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>0,050</b>

<b>ÁREA (cm<sup>2</sup>):</b>	<b>26,6000</b>
I <sub>xx</sub> (cm <sup>4</sup> )	108,6167
I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	32,009
γ <sub>y</sub>	3,500
γ <sub>x</sub>	1,900
I <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	32,0087
i <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	1,0970
	<b>1,0970</b>
λ:	132,18
<b>ESTABILIDADE</b>	
<b>λ &lt; 140:</b>	<b>OK!!</b>

MADEIRA	PINUS
CLASSE:	C 20
UMIDADE:	3
γ (Kg/m <sup>3</sup> ):	750,00
γ <sub>g</sub> :	1,40
<b>kmod:</b>	<b>0,45</b>
<b>f<sub>to,d</sub> (daN/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>64,00</b>
Km:	0,50
Eco,m (daN/cm <sup>2</sup> ):	157.180,00
<b>Eco,ef (daN/cm<sup>2</sup>):</b>	<b>70.416,64</b>
<b>f<sub>vd</sub> (KN/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>0,05556</b>
γ <sub>q</sub> :	1,20
γ <sub>qv</sub> :	1,40

$$I_{xx} = \frac{b \times h^3}{12}$$

$$I_{yy} = \frac{b^3 \times h}{12}$$

CARGA PERMANENTE (Fg)

PESO PROPRIO + TELHA:	67,995 daN/m	→	81,594 daN
-----------------------	--------------	---	------------

<b>δNd (daN/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>4,294</b>
---------------------------------	--------------

### VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

(δNd / f<sub>to,d</sub>)<sup>2</sup> ≤ 1,0 → 0,0045 → **OK!!**

Consideramos que as barras estejam fixadas em uma ligação semi-rígida, porém, trabalhando a favor da segurança, recomendamos que as maiores barras (maiores que 150 cm) sejam contraventadas para maior estabilidade e rigidez do Sistema.

### CÁLCULO DAS BARRAS:

#### CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

Tipo de estrutura : Sistema Pré-fabricado  
 Modelo estrutural : Banzos com barras contínuas  
 Tipo de telha : Telha cerâmica / concreto

#### CARACTERÍSTICAS DE MATERIAIS

Classe de resistência da madeira : C25 - CONÍFERAS  
 Classe de umidade da madeira : CLASSE 2 - 15%  
 Categoria da madeira : SEGUNDA CATEGORIA

#### CARACTERÍSTICAS DE TESOURAS

Distância entre tesouras : 1,163 m  
 Número de nós : 7  
 Número de barras : 9

#### CARACTERÍSTICAS DOS NÓS DA TESOURA

Nó	Coordenada X (m )	Coordenada Y (m )	Restrição X	Restrição Y
1	0	0	0	0
2	0,738	0,295	0	0
3	1,938	0,775	0	0
4	3,118	1,247	0	0
5	3,118	0	1	1
6	1,938	0	0	1
7	0,738	0	0	1

#### CARACTERÍSTICAS DAS BARRAS DA TESOURA

Barra	Nó inicial	Nó Final	Seção Transversal (m 2)	Vinculação em Z
1	1	2	0.038 x 0.070	[ENG, ENG]
2	2	3	0.038 x 0.070	[ENG, ENG]
3	3	4	0.038 x 0.070	[ENG, ART]
4	5	6	0.038 x 0.050	[ENG, ENG]
5	6	7	0.038 x 0.050	[ENG, ENG]
6	7	1	0.038 x 0.050	[ENG, ENG]
7	2	7	0.038 x 0.070	[ART, ART]
8	3	6	0.038 x 0.070	[ART, ART]
9	4	5	0.038 x 0.070	[ART, ART]

#### AÇÕES EM TESOURAS

#### AÇÕES PERMANENTES

Carga vertical distribuída no plano do banzo superior: -50 daN/m 2

## AÇÕES DE VENTO 1

Carga Distribuída no plano do banzo superior esquerdo: 48 daN/m<sup>2</sup>  
 Carga Distribuída no plano do banzo superior direito : 48 daN/m<sup>2</sup>

## AÇÕES ACIDENTAIS

Carga vertical distribuída no plano do banzo superior: -20 daN/m<sup>2</sup>

## ESFORÇOS E DESLOCAMENTOS NA ESTRUTURA

## ESFORÇOS E DESLOCAMENTOS EM TESOURAS

## AÇÕES PERMANENTES

## CARGAS RESULTANTES APLICADAS E DESLOCAMENTOS NODAIS EM TESOURAS

Nó	Carga em X (daN)	Carga em Y (daN)	M.Fletor (daN.m )	Desl.X ( m )	Desl.Y ( m )	Rotação (Rad)
1	0.000	-20.609	-2.535	0.00000	-0.00376	0.00587
2	0.000	-54.119	-4.167	-0.00150	-0.00001	0.00259
3	2.841	-73.563	-3.019	-0.00149	-0.00002	-0.00134
4	-2.841	-25.850	0.000	-0.00150	-0.00002	0.00000
5	0.000	0.000	0.000	0.00000	-0.00000	0.00044
6	0.000	0.000	0.000	0.00000	-0.00000	-0.00087
7	0.000	0.000	0.000	0.00000	-0.00000	0.00308

## ESFORÇOS EM BARRAS DE TESOURAS

Barra	Compr. ( m )	Área (m <sup>2</sup> )	Lâmbda	Normal (daN)	Cortante (daN)	Momento Fletor (daN.m )
1	0.795	0.003	72.45	13.59	34.01	12.24
2	1.292	0.003	117.82	10.75	35.34	12.24
3	1.271	0.003	115.86	10.10	35.93	6.78
4	1.180	0.002	107.57	-0.00	0.63	0.75
5	1.200	0.002	109.39	-0.00	3.09	2.96
6	0.738	0.002	67.28	-0.00	4.59	2.96
7	0.295	0.003	26.89	-74.69	0.00	0.00
8	0.775	0.003	70.65	-67.66	0.00	0.00
9	1.247	0.003	113.68	-27.20	0.00	0.00

## REAÇÕES DE APOIO

Nó de apoio	Reação em X (daN)	Reação em Y (daN)
7	0.00	82.37
6	0.00	63.93
5	-0.00	27.84

## AÇÕES DE VENTO 1

## CARGAS RESULTANTES APLICADAS E DESLOCAMENTOS NODAIS EM TESOURAS

Nó	Carga em X (daN)	Carga em Y (daN)	M.Fletor (daN.m )	Desl.X (m )	Desl.Y (m )	Rotação (Rad)
1	-7.414	18.548	2.646	-0.00012	-0.00290	0.00502
2	-19.478	48.707	4.351	-0.00130	0.00001	0.00273
3	-26.892	67.229	3.152	-0.00134	0.00003	-0.00013
4	-8.897	22.242	0.000	-0.00134	0.00001	0.00000
5	0.000	0.000	0.000	-0.00000	0.00000	0.00031
6	0.000	0.000	0.000	-0.00005	0.00000	-0.00063
7	0.000	0.000	0.000	-0.00009	0.00000	0.00221

## ESFORÇOS EM BARRAS DE TESOURA

Barra	Compr. (m )	Área (m 2)	Lâmbda	Normal (daN)	Cortante (daN)	Momento Fletor (daN.m )
1	0.795	0.003	72.45	-59.05	21.15	4.01
2	1.292	0.003	117.82	-41.92	40.91	10.40
3	1.271	0.003	115.86	-9.50	40.13	10.40
4	1.180	0.002	107.57	62.68	0.45	0.54
5	1.200	0.002	109.39	62.68	2.22	2.12
6	0.738	0.002	67.28	62.68	2.28	2.12
7	0.295	0.003	26.89	46.14	0.00	0.00
8	0.775	0.003	70.65	87.28	0.00	0.00
9	1.247	0.003	113.68	25.58	0.00	0.00

## REAÇÕES DE APOIO

Nó de apoio	Reação em X (daN)	Reação em Y (daN)
7	0.00	-41.64
6	0.00	-89.95
5	62.68	-25.13

## AÇÕES ACIDENTAIS

## CARGAS RESULTANTES APLICADAS E DESLOCAMENTOS NODAIS

Nó	Carga em X (daN)	Carga em Y (daN)	M.Fletor (daN.m )	Desl.X (m )	Desl.Y (m )	Rotação (Rad)
1	-0.000	-8.243	-1.014	0.00000	-0.00150	0.00235
2	-0.000	-21.647	-1.667	-0.00060	-0.00000	0.00104
3	1.136	-29.425	-1.207	-0.00060	-0.00001	-0.00054
4	-1.136	-10.340	0.000	-0.00060	-0.00001	0.00000
5	0.000	0.000	0.000	0.00000	-0.00000	0.00017

6	0.000	0.000	0.000	0.00000	-0.00000	-0.00035
7	0.000	0.000	0.000	0.00000	-0.00000	0.00123

#### ESFORÇOS EM BARRAS DE TESOURA

Barra	Compr. (m )	Área (m 2)	Lâmbda	Normal (daN)	Cortante (daN)	Momento Fletor (daN.m )
1	0.795	0.003	72.45	5.44	13.60	4.90
2	1.292	0.003	117.82	4.30	14.14	4.90
3	1.271	0.003	115.86	4.04	14.37	2.71
4	1.180	0.002	107.57	-0.00	0.25	0.30
5	1.200	0.002	109.39	-0.00	1.24	1.19
6	0.738	0.002	67.28	-0.00	1.84	1.19
7	0.295	0.003	26.89	-29.88	0.00	0.00
8	0.775	0.003	70.65	-27.06	0.00	0.00
9	1.247	0.003	113.68	-10.88	0.00	0.00

#### REAÇÕES DE APOIO

Nó de apoio	Reação em X (daN)	Reação em Y (daN)
7	0.00	32.95
6	0.00	25.57
5	-0.00	11.14

#### DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA

##### DIMENSIONAMENTO DE BARRAS DE TESOURA

[Índice <= 1 (OK)] - [Índice > 1 (NÃO OK)]

Barra	Compressão	Tração	Cisalhamento	Estab.X	Estab.Y	OBS
1	0.78	0.79	0.24	0.00	0.03	OK
2	0.78	0.79	0.25	0.81	0.02	OK
3	0.43	0.44	0.26	0.43	0.00	OK
4	0.12	0.15	0.01	0.12	0.00	OK
5	0.46	0.50	0.04	0.46	0.00	OK
6	0.46	0.50	0.05	0.46	0.00	OK
7	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	OK
8	0.05	0.01	0.00	0.00	0.08	OK
9	0.02	0.00	0.00	0.03	0.04	OK

#### COMPOSIÇÃO DE ESFORÇOS:



COMPOSIÇÃO DE ESFORÇOS				
BARRA	g (Kgf)	q1 (Kgf)	comp.(+)	comp. (-)
1	<b>34</b>	<b>-60</b>	48	0
2	<b>36</b>	<b>-42</b>	50	0
3	<b>36</b>	<b>-10</b>	50	0
4	<b>1</b>	<b>63</b>	90	0
5	<b>4</b>	<b>63</b>	95	0
6	<b>5</b>	<b>63</b>	88	0
7	<b>0</b>	<b>47</b>	66	0
8	<b>0</b>	<b>87</b>	122	0
9	<b>0</b>	<b>27</b>	38	0

### CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS E DE ESTABILIDADE DAS BARRAS:

CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS E DE ESTABILIDADE DAS BARRAS									
BARRA	ESP. (cm)	ALT. (cm)	COMP. (cm)	l <sub>min</sub> (cm)	i <sub>min</sub> (cm)	CONT.	L <sub>fl</sub> (cm)	I	COND. ESTAB.
1	<b>3,8</b>	<b>7,0</b>	<b>80</b>	32	1,10	<b>0</b>	80	73	OK!!
2	<b>3,8</b>	<b>7,0</b>	<b>130</b>	32	1,10	<b>0</b>	130	119	OK!!
3	<b>3,8</b>	<b>7,0</b>	<b>130</b>	32	1,10	<b>0</b>	130	119	OK!!
4	<b>3,8</b>	<b>5,0</b>	<b>120</b>	23	1,10	<b>0</b>	120	109	OK!!
5	<b>3,8</b>	<b>5,0</b>	<b>120</b>	23	1,10	<b>0</b>	120	109	OK!!
6	<b>3,8</b>	<b>5,0</b>	<b>80</b>	23	1,10	<b>0</b>	80	73	OK!!
7	<b>3,8</b>	<b>5,0</b>	<b>30</b>	23	1,10	<b>0</b>	30	27	OK!!
8	<b>3,8</b>	<b>5,0</b>	<b>80</b>	23	1,10	<b>0</b>	80	73	OK!!
9	<b>3,8</b>	<b>7,0</b>	<b>130</b>	32	1,10	<b>0</b>	130	119	OK!!

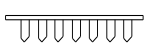
### TENSÕES AXIAIS:

VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA A TENSÕES AXIAIS				
BARRA	TENSÃO ATUANTE TRAÇÃO (Kgf/cm <sup>2</sup> )	TENSÃO ADMISS. TRAÇÃO (Kgf/cm <sup>2</sup> )	VERIFICAÇÃO DA ESTABILIDADE	COND. RESIST.
1	2	80	0,00	OK !!!
2	2	80	0,00	OK !!!
3	2	80	0,00	OK !!!
4	5	80	0,00	OK !!!
5	5	80	0,00	OK !!!
6	5	80	0,00	OK !!!
7	3	80	0,00	OK !!!
8	6	80	0,00	OK !!!
9	1	80	0,00	OK !!!

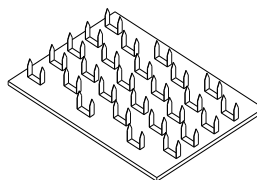
BARRA	FE	e1 / e1ef	FI	C	ec	Md	SIG Md	SIG ND
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## VERIFICAÇÃO DOS CONECTORES:

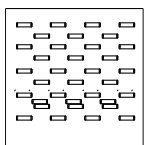
Vista Lateral

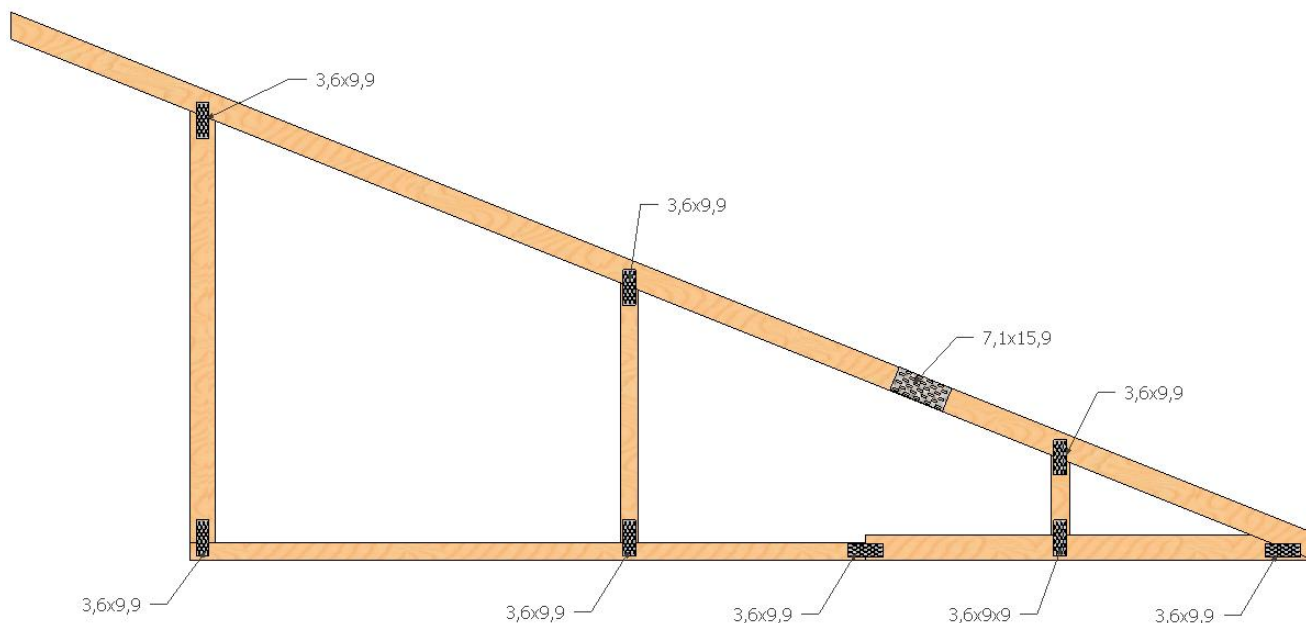


Vista Isométrica



Vista Superior





Conectores:

TIPO 1: 3,6X9,9cm

TIPO 2: 7,1X15,9cm

### 1)- CONSIDERAÇÕES DE CÁLCULO

- Valores de resistência do dente do conector em função da Madeira empregada

GRUPO	FLEXÃO (daN/cm <sup>2</sup> )	TRAÇÃO (daN/cm <sup>2</sup> )	COMPRES. PARALELA (daN/cm <sup>2</sup> )	CISALHAM. (daN/cm <sup>2</sup> )	COMPRES. NORMAL (daN/cm <sup>2</sup> )	MÓDULO DE ELASTIC. (daN/cm <sup>2</sup> )	VALOR DO DENTE (daN/cm <sup>2</sup> )
1	56	44	41	5,6	13,8	51000	7,7
2	70	54	51	7,0	17,3	64000	9,6
3	88	68	64	8,8	21,6	80000	12,0
4	110	85	80	11,0	27,0	100000	15,0
5	137	106	100	13,8	33,8	125000	18,8
6	172	133	125	17,2	42,2	156000	23,4

Obs.: As tensões apresentadas acima são as admissíveis e para madeira verde;

- Valores relativos ao formato e resistência do conector:

1 - Número de dentes                   ⇒           1,50 dentes/cm<sup>2</sup>  
 2 - Peso                                    ⇒           1,05 g/cm<sup>2</sup>

3 - Espessura                           ⇒           1,23 mm  
 4 - Aço efetivo longitudinalmente ⇒           32,70%  
 5 - Aço efetivo transversalmente ⇒           70,20%  
 6 - Tensão admissível a tração   ⇒           1.400,00 daN/cm<sup>2</sup>  
 7 - Cisalhamento admissível      ⇒           984,00 daN/cm<sup>2</sup>  
 8 - Resistência a Ruptura           ⇒           3.164,00 daN/cm<sup>2</sup>

Donde:

Resistência a tração longitudinal para um par de conector ( $R_{tlong}$ ):

$$R_{tlong} = \frac{1,23}{10} \times 70,20\% \times 1.400,00 \times 2$$

⇒  $R_{tlong} = 242$  daN/cm de largura de conector

Resistência a tração transversal para um par de conector ( $R_{ttransv}$ ):

$$R_{ttransv} = \frac{1,23}{10} \times 32,70\% \times 1.400,00 \times 2$$

⇒  $R_{tlong} = 113$  daN/cm de comprimento de conector

Resistência ao cisalhamento longitudinal para um par de conector ( $R_{clong}$ ):

$$R_{clong} = \frac{1,23}{10} \times 32,70\% \times 984,00 \times 2$$

⇒  $R_{tlong} = 79$  daN/cm de comprimento de conector

Resistência ao cisalhamento transversal para um par de conector ( $R_{ctransv}$ ):

$$R_{ctransv} = \frac{1,23}{10} \times 70,20\% \times 984,00 \times 2$$

⇒  $R_{ctransv} = 170$  daN/cm de comprimento de conector

- Coeficiente de redução em função da inclinação do telhado.

INCLINAÇÃO DO TELHADO	COEFICIENTE DE REDUÇÃO (N)
$N < 14^\circ$	85%
$14^\circ < N < 18,5^\circ$	80%
$18,5^\circ < N < 22,5^\circ$	75%
$22,5^\circ < N < 25^\circ$	70%
$N > 25^\circ$	65%

I =	35%
$\theta =$	19,2900

## 2)- VERIFICAÇÃO DAS LIGAÇÕES:

Cmínimo =	350 daN
N =	75%
VALOR DENTE =	9,6 daN/cm <sup>2</sup>

$$N_1 = \frac{C}{2 \times N \times \text{VALOR DO DENTE}}$$

$$S = \frac{C}{\text{RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO}}$$

N <sub>1</sub> =	24 DENTES
S =	2,55 cm

Onde Resistência ao Cisalhamento é dado por:

$$R_\theta = \frac{R_{long} \times R_{transv}}{R_{long} \times \cos^2 \theta + R_{transv} \times \text{sen}^2 \theta}$$

cos <sup>2</sup> θ =	78,647
sen <sup>2</sup> θ =	19,2202
R <sub>θ</sub> =	137,438

Sendo :

R<sub>long</sub>=Resistência ao Cisalhamento Longitudinal

R<sub>transv</sub>=Resistência ao Cisalhamento transversal

θ= angulo de inclinação da linha de cisalhamento

Serão utilizados nesta ligação,conectores chapa-prego 3,6 X 9,9 cm

$$S_c = \sqrt{\text{LARG}^2 + \text{COMP}^2}$$

S <sub>c</sub> =	10,53	cm
------------------	-------	----

**S<sub>c</sub> > S OK!!**

$$\therefore S_c > S$$

$$N_c = A \times \delta$$

N <sub>c</sub> =	27	DENTES
------------------	----	--------

**N<sub>c</sub> > N<sub>1</sub> OK!!**

onde δ = 1,5dentes/cm<sup>2</sup>

$$N_c = \frac{\text{l arg} \times \text{comp}}{2} \times 1,5$$

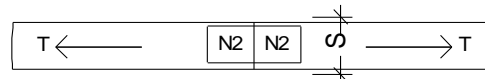
$$\therefore N_c > N_1$$

## 2.2)- Emendas - Banzo Inferior

T =	350	daN
R <sub>elong</sub> =	242	daN/cm de largura de conector

$$N_2 = \frac{T}{2 \times \text{VALOR DO DENTE}}$$

$$S = \frac{T}{\text{RESISTÊNCIA A TRAÇÃO}}$$



N <sub>2</sub> =	19	DENTES
S =	1,45	cm

Serão utilizados nesta ligação, conectores chapa-prego 3,6 X 9,9 cm

$$N_{c2} = A_{c2} \times \delta$$

$$A_{c2} = \left( \frac{L \times C}{2} \right) - (L \times 1,2)$$

N <sub>c2</sub> =	20	DENTES
-------------------	----	--------

SE

**N<sub>c2</sub> > N<sub>2</sub> OK!**

$$N_{c2} > N_2 \Rightarrow \therefore \text{OK!}$$

## 2.3)- Emendas - Banzo Superior

C =	350	daN
-----	-----	-----

$$N_1 = \frac{0,75 \times C}{2 \times \text{valor do dente}}$$

N <sub>1</sub> =	14	DENTES
------------------	----	--------

Serão utilizados nesta ligação, conectores chapa-prego 7,1 X 15,9 cm

$$N_{c1} = A_{c1} \times \delta$$

$$A_{c1} = \left( \frac{L \times C}{2} \right) - (L \times 1,2)$$

N <sub>c1</sub> =	72	DENTES
-------------------	----	--------

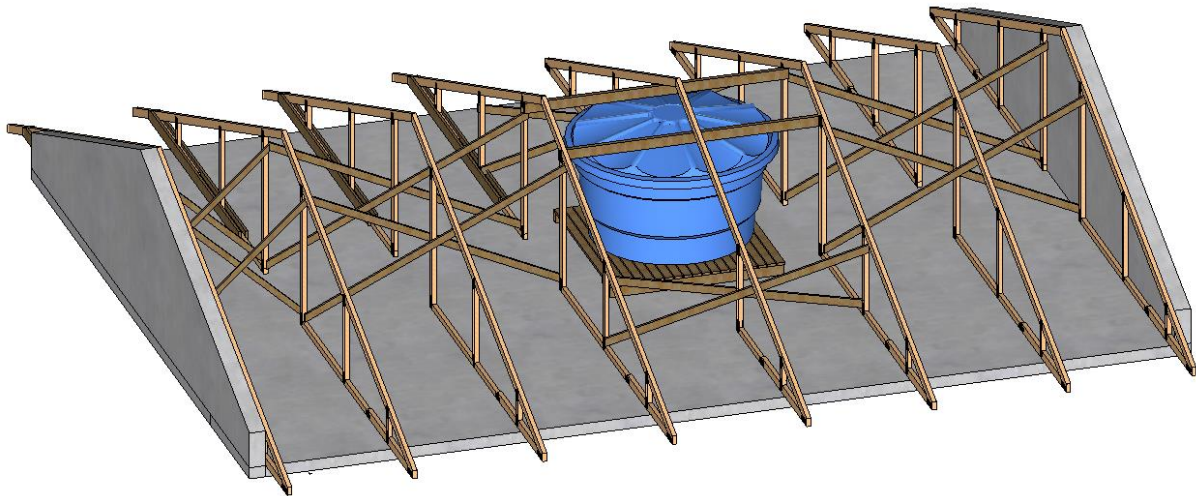
SE

**N<sub>c1</sub> > N<sub>1</sub> OK!**

$$N_{c1} > N_1 \Rightarrow \therefore \text{OK!}$$



## VERIFICAÇÃO DE CONTRAVENTAMENTO:



DETALHE GENÉRICO

Cobertura formada de 8.10m de comprimento por 6.06m de largura e 1,527m de altura. No dimensionamento da cobertura foi possível dispor as treliças, de 1,527mts de altura espaçadas a cada 1,117m de distância entre si.

Seção transversal dos contraventamentos: 2,5cmx7,0 cm ou 3,8cmx5,0cm;

Máximo esforço de cálculo atuante no banzo comprimido da treliça:

$N_d = 160 \text{ daN}$ ;

Madeira C 25, serrada e de segunda categoria;

Classe de umidade 2;

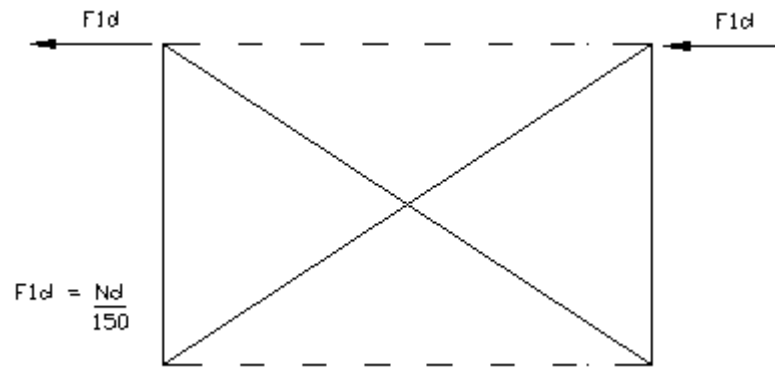
Ação variável do vento: longa duração;

No caso de estruturas de cobertura, na falta de uma análise mais rigorosa, permite-se considerar a estrutura de contraventamento como composta por um sistema de treliças verticais, dispostas perpendicularmente aos elementos do sistema principal, e por treliças horizontais dispostas também perpendicularmente ao mesmo sistema, só que no plano horizontal e no plano de cobertura.

Recomenda-se que a distância máxima entre os elementos horizontais enrijecidos seja de 1,5m e que os elementos do contraventamento vertical sejam dispostos de modo a se ter um elemento a cada dois vãos.

Verificação da instabilidade do contraventamento vertical

A força  $F_{1d}$  admitida como transversal ao elemento principal e, portanto, atuante no contraventamento vale:



$$F_{1d} = N_d / 150$$

Onde  $N_d$  é o máximo esforço de cálculo atuante no nó o qual se quer contraventar. Neste caso  $N_d = 160$  daN.

Seção transversal do contraventamento e suas características geométricas são:

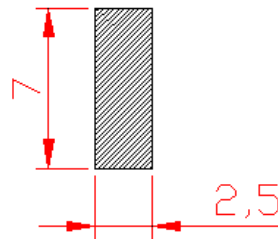
$$A = 2,5 \times 7 = 17,5 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 2,5 \times 7^3 / 12 = 71,46 \text{ cm}^4$$

$$i_x = (71,46 / 17,5)^{1/2} = 2,02 \text{ cm}$$

$$I_y = 7 \times 2,5^3 / 12 = 9,11 \text{ cm}^4$$

$$i_y = (9,11 / 17,5)^{1/2} = 0,72 \text{ cm}$$



**IMPORTANTE:**

A SEÇÃO DE 2,5X7,0cm SERÁ UTILIZADA EM TODOS OS PONTOS DA TRAMA (pior situação);

Determinação do índice de esbeltez da peça

$$\lambda_x = l_{fx} / r_x = (141^2 + 230^2)^{1/2} / 2,02 = 133,55 = \text{MAIS CRITICO}$$

$$\lambda_y = l_{fy} / r_y = \{[(141^2 + 230^2)^{1/2}] / 2\} / 0,72 = 187,34$$

Pelo índice de esbeltez, conclui-se que se trata de uma peça esbelta, o ângulo que a diagonal do contraventamento faz com a horizontal vale:

$$\theta = \arctg 230 / 141 = 59,06^\circ$$

Logo, a força Normal atuante é:

$$Nd = (Nd / 150) \times (1 / \cos \Theta) = 2,06 \text{ daN por tramo}$$

A peça esbelta deve satisfazer a seguinte condição:

$$[(\delta Nd / f_{co,d}) + (\delta Md / f_{co,d})] \leq 1$$

Então:

$$\delta Nd = Nd / A = 2,06 \times 2 / 35 \text{ daN / cm}^2 = 0,12 \text{ daN / cm}^2$$

$$e_i = 0$$

$$e_a = L_o / 300 = \{[(141^2 + 235,3^2)^{1/2}] / 2\} / 300 = 0,45 \text{ cm}$$

$$F_e = (\pi^2 \times E_{co,ef} \times I) / L_o^2 = 362,8 \text{ daN}$$

$$d = \emptyset \times (N_{gk} + (\phi_1 + \phi_2) \times N_{qk}) / [F_e - N_{gk} + (\phi_1 + \phi_2) \times N_{qk}]$$

$$d = (0,8 \times 8,45) / (362,8 - 8,45) = 0,019$$

$$e_c = (e_{ig} + e_a) \times (e^d - 1) = (0 + 0,40) \times (e^{0,019} - 1) = 0,01 \text{ cm}$$

$$M_d = Nd \times e_{if} \times [F_e / (F_e - Nd)] =$$

$$M_d = 2,06 \times (0 + 0,4 + 0,01) \times [362,8 / (362,8 - 2,06)] = 0,85 \text{ daN.cm}$$

$$\delta Md = x \times (M_d / I_y) = 1,25 \times (0,85 / 9,11) = 0,12 \text{ daN / cm}^2$$

Determinação da resistência de cálculo à compressão paralela às fibras:

$$f_{co,d} = k_{mod} \times (f_{co,k} / \delta_w) = 0,45 \times (400 / 1,4) = 128,57 \text{ daN / cm}^2$$

Verificação:

$$[(\delta Nd / f_{co,d}) + (\delta Md / f_{co,d})] \leq 1 = (0,12 / 120) + (0,12 / 128,57) = 0,002 \leq 1 \text{ OK!!!}$$

**Conclui-se que a resistência da peça é muito maior que a ação atuante, e deve-se considerar que o comprimento de flambagem ( $\lambda \leq 140$ ) está abaixo do limite permitido para peça comprimida ( $\lambda = 140$ );**

1. ]
2. TERMO DE GARANTIA

**OBJETO: GARANTIA EM ESTRUTURA DE COBERTURA PRÉ-FABRICADA NO SISTEMA PRÉ-FABRICADO EM MADEIRAS REFLORESTADAS DE PINUS E EUCALIPTO COM TRATAMENTO EM USINAS DE AUTO-CLAVE COM PRODUTO PRESEVATIVO C.C.A.**

### **GARANTIA TÉCNICA / DE MATERIAL / DE TRATAMENTO;**

1. O GRUPO ECOTETO&MADEIRAS, assegura ao cliente acima identificado uma garantia de 15 anos sobre o objeto acima descrito, contada a partir da data de emissão desse certificado.

2 – Essa garantia cobre os defeitos de funcionamento das peças e componentes do tramo de cobertura descritos nas condições normais de uso – de acordo com a sua correta montagem e instruções contidas no memorial de cálculo e projeto executivo, que acompanha os mesmos, e que são fornecidos pelos fabricantes.

Estruturas de Madeira Industrializada e Moduladas de modo a formar as estruturas de cobertura, conforme tipologia exigida.

*MADEIRAS: Madeiras de reflorestamento Mista Pinus Taeda / Elioti e Eucalipto Saligna/Grandis;*

Todas as espécies, tratadas a vácuo pressão em usina de autoclave com produto CCA, com taxa de retenção de 4,0 kg de I.A. (Ingredientes Ativos)/m<sup>3</sup> de Madeira tratável, nível este suficiente, citado e aconselhado pela norma regulamentadora da ABNT 7190-97 (em revisão/2008) – Projetos de Estruturas de Madeira.

Estrutura de Madeira calculada obedecendo as Normas da ABNT NBR-7190-97 e Estruturada com e Chapas de dentes estampados fixados através de processo industrial por prensagem em rolos, dimensionadas de maneira responsável e segura.

A ECO-TETO ESTRUTURAS, garante o produto por 15 anos respeitando as Normas Brasileiras.

Toda a Madeira utilizada provém de cultivos de Pinus, renováveis e Manejados de forma sustentável. Utilizando-a estaremos contribuindo com a preservação das florestas Nativas do Brasil.

### **CONECTORES METÁLICOS:**

Material: Produzido, em chapa de aço carbono que atende à norma NBR 7008 Grau ZC, com suas respectivas características físicas, mecânicas e tolerâncias dimensionais, e de acordo com a especificação internacional, para resistência de esforços de embutimento e dobra sem risco de início não visual de cisalhamento dos dentes durante o processo de produção dos Conectores metálicos;

Proteção Anti-Corrosiva: A chapa de aço (CSN) é zincada<sup>(1)</sup> por imersão a quente, com Revestimento “C” o que significa 315 g/m<sup>2</sup> em ensaio individual e 335 gr/m<sup>2</sup> em ensaio médio triplo (Massa de zinco depositada em ambas as faces, expressa em g/m<sup>2</sup>, sendo considerado

no cálculo apenas a área de uma face). Com camada de espessura de 47 µm (Um peso de revestimento 100 g/m<sup>2</sup> nas duas faces corresponde a uma espessura de camada de 7,1 µm/face).

Fabricação: As peças são fabricadas por processo de estampa;

#### TRATAMENTO:

Madeira tratada em Usinas de preservação de Madeiras à vácuo pressão garantindo assim a perfeita penetração do produto, seguindo as Normas Nacionais para a utilização em Estruturas de cobertura.

Essa garantia ficará automaticamente cancelada se as estruturas vierem a sofrer reparos por pessoas não autorizadas, receber maus tratos ou sofrer danos decorrentes de acidentes e sobrecarga acima do especificado, ou qualquer ocorrência imprevisível, decorrentes de má utilização por parte do usuário.

É recomendado que, para maior vida útil do sistema, em área de salinidade alta, como regiões litorâneas, a manutenção periódica dos conectores seja feita a cada 05 anos, prolongando assim a vida útil do tramo e reafirmando a garantia dada pela ECOTETO de 15 anos, através de aplicação de tinta automotiva ou resinas epóxi sobre os conectores metálicos.

Salientamos ainda que todo o fornecimento de material está acrescido de:

- Projeto executivo e orientativo de montagem dentro das normas nacionais vigentes (em especial a NBR 7190 da qual fazemos parte da comissão);
- Orientação de montagem - in-loco ou Montagem executada pela própria ECOTETO garantindo o Material e EXECUÇÃO;
- A.R.T. DE PROJETO;
- GARANTIA DE FORNECIMENTO, DE MATERIAL, TÉCNICA, DE TRATAMENTO E ESTRUTURAL;

Estaremos à disposição para quaisquer dúvidas ou sugestões,

Atenciosamente,

 www.ecotetoemadeiras.com.br	<b>Milton Malheiros Filho</b> ✉ milton@ecotetoemadeiras.com.br ☎ +55 15 9 8150 0055 R. Boaventura Dias, 50 • B. Velho • 18.460-000 • Itararé-SP + 55 15 3532 4073
---	---

