**Engenharia Civil**

XXXXXNomeXXXXXX - XXXRAXXX

**TRABALHO DE ESTRUTURAS DE MADEIRA**

Campo Grande – MS

Novembro/2016

Sumário

[1 Geometria da estrutura 3](#_Toc468746966)

[2 Propriedades mecânicas da madeira classe C30 4](#_Toc468746967)

[2.1 Coeficiente kmod 5](#_Toc468746968)

[2.2 Resistência a tração paralela as fibras 5](#_Toc468746969)

[2.3 Resistência de compressão paralela às fibras de projeto 5](#_Toc468746970)

[2.4 Resistência de tração paralela às fibras de projeto 5](#_Toc468746971)

[2.5 Resistência de cisalhamento paralela às fibras de projeto 5](#_Toc468746972)

[2.6 Módulo de elasticidade efetivo 5](#_Toc468746973)

[3 Carregamentos 6](#_Toc468746974)

[3.1 Peso próprio da viga treliçada G1 6](#_Toc468746975)

[3.2 Peso das telhas e seu vigamento de apoio G2 6](#_Toc468746976)

[3.3 Vento 6](#_Toc468746977)

[3.4 Esforços solicitantes da carga permanente G1 + G2 7](#_Toc468746978)

[3.5 Esforços soliciantes da carga do vento V1a 7](#_Toc468746979)

[3.6 Esforços soliciantes da carga do vento V1b 8](#_Toc468746980)

[4 Predimensionamento dos elementos da treliça 9](#_Toc468746981)

[4.1 Banzo inferior 9](#_Toc468746982)

[4.2 Banzo superior 10](#_Toc468746983)

[4.3 Diagonais 13](#_Toc468746984)

[4.4 Montantes 13](#_Toc468746985)

[4.5 Modelo da treliça de cobertura com as seções adotadas 15](#_Toc468746986)

[5 Verificação do dimensionamento dos elementos da terliça de cobertura 16](#_Toc468746987)

[5.1 Peso próprio da viga treliçada G1 16](#_Toc468746988)

[5.2 Banzo superior 17](#_Toc468746989)

[5.3 Banzo inferior 17](#_Toc468746990)

[6 Dimensionamento das ligações 18](#_Toc468746991)

[6.1 Detalhe A 18](#_Toc468746992)

[6.2 Detalhe B 20](#_Toc468746993)

[6.3 Detalhe C 22](#_Toc468746994)

**Projeto de uma cobertura em treliça**

Elaborar o projeto de uma cobertura em treliça para uma edificação de planta retangular a ser utilizada com restaurante (Figura 1). Os requisitos arquitetônicos são:

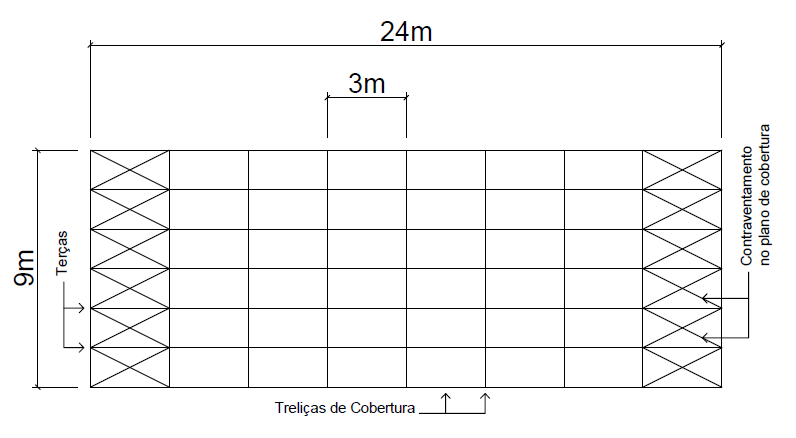
- cobertura em telhas cerâmicas tipo francesa;

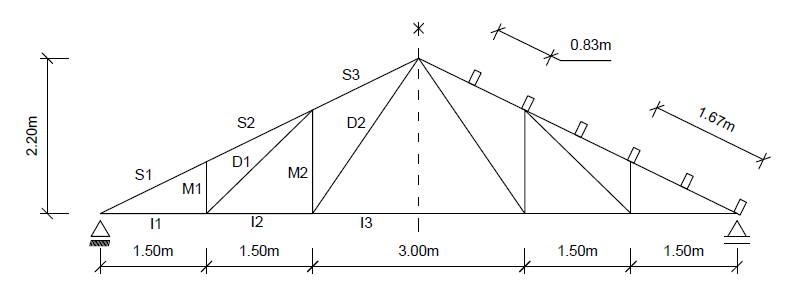
- cobertura aparente – sem forro;

- estrutura em treliça triangular de madeira serrada.

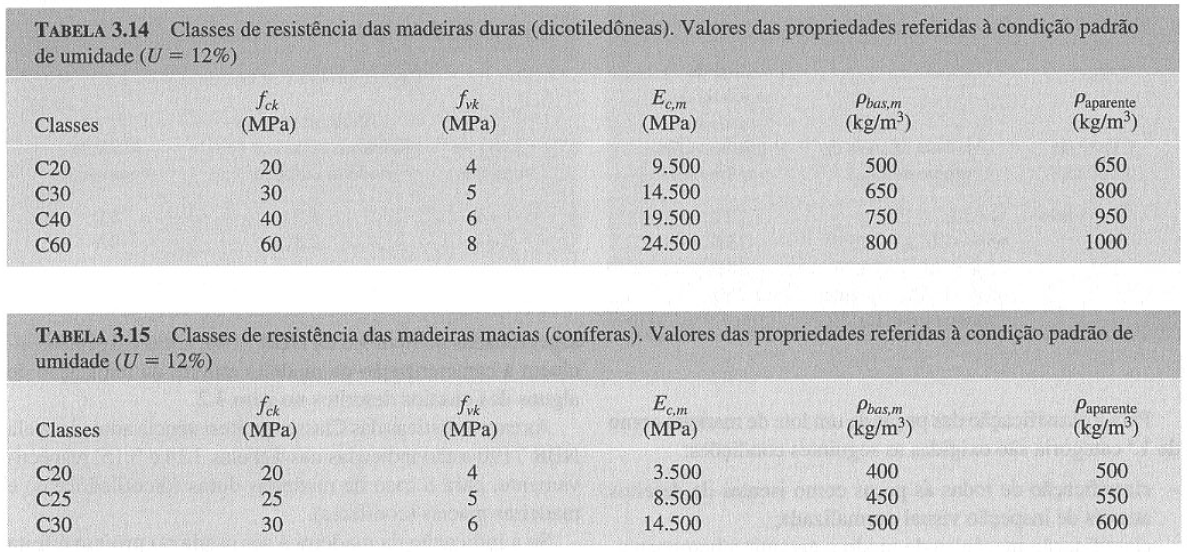
Adotar madeira da classe C30 dicotiledônea; 2ª categoria; Classe de umidade 2; inclinação 26°.

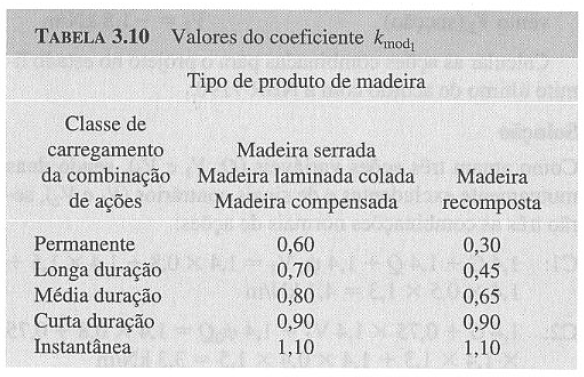
# Geometria da estrutura

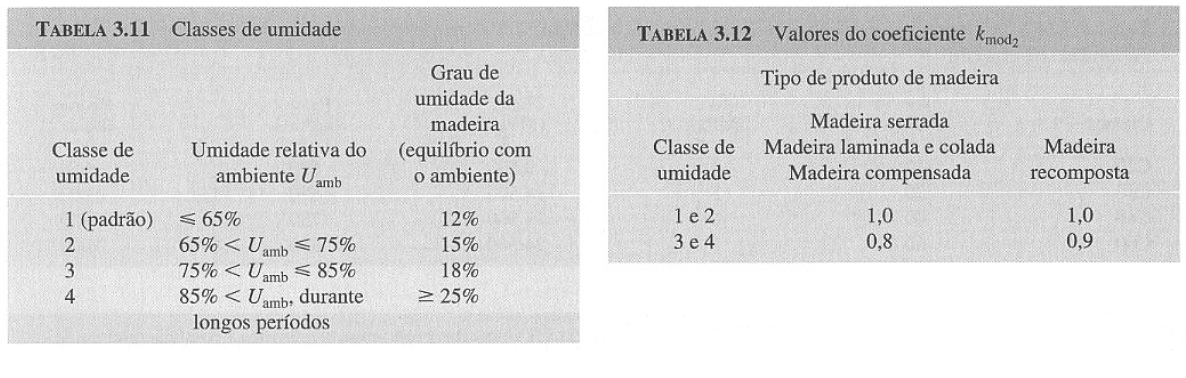
* Figura 1 - Detalhe em planta*

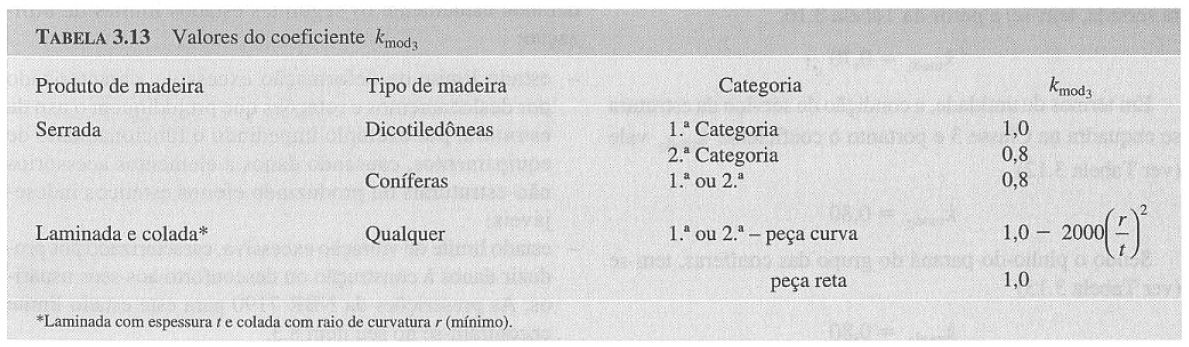
*Figura 2 - Detalhe genérico da tesoura*

# Propriedades mecânicas da madeira classe C30









Fck= 30 MPa / Fvk= 5 MPa / Ec,m= 14500 / ρbas,m= 650 kg/m³ / ρaparente= 800 kg/m³

kmod1= 0,70 / kmod2= 1,00 / kmod3= 0,80

## Coeficiente kmod

## Resistência a tração paralela as fibras

## Resistência de compressão paralela às fibras de projeto

## Resistência de tração paralela às fibras de projeto

## Resistência de cisalhamento paralela às fibras de projeto

## Módulo de elasticidade efetivo

# **Carregamentos**

## Peso próprio da viga treliçada G1

## Peso das telhas e seu vigamento de apoio G2

telhas + 30% de peso por absorção de água = 1,3 x 500 N/m²

ripas = 20

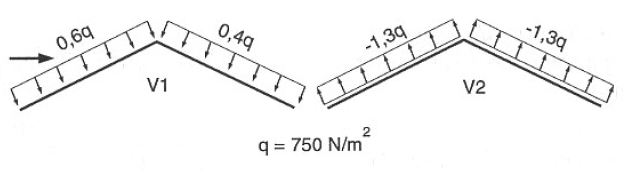
caibros = 50

terças = 60

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

## Vento

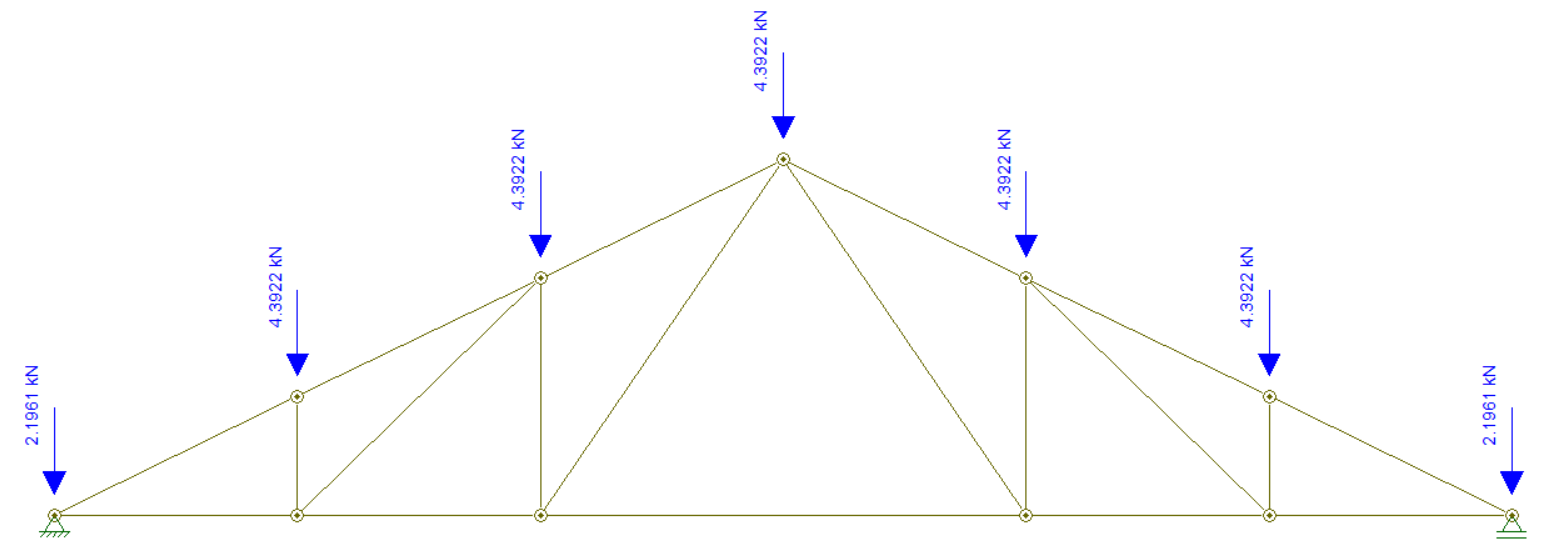
Figura 3 - Cargas de vento



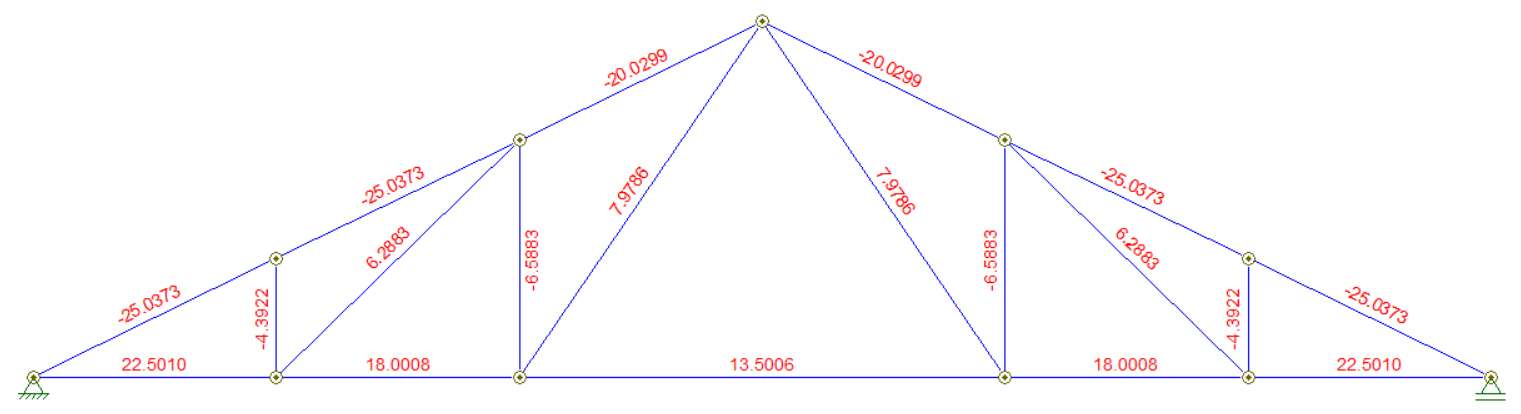
As cargas de vento foram calculadas levando em conta a geometria da edificação e suas aberturas e as informações referentes à sua localização, chegando-se a dois casos de carga: um de sobrepressão (V1) e outro de sucção (V2), conforme ilustrado na Figura 3. Neste caso de cobertura sem forro, a pressão e a sucção internas atuam diretamente nas telhas. O caso V2 (de sucção resultante) atuando nas telhas não será transmitido à estrutura, pois as telhas cerâmicas não são firmemente fixadas às ripas (o que pode ocorrer neste caso é o levantamento momentâneo de telhas alterando a distribuição das pressões). Resta então o caso V1 apenas.

## Esforços solicitantes da carga permanente G1 + G2

Carga G1+G2



Esforços G1+G2



## Esforços soliciantes da carga do vento V1a

V1a vertical,

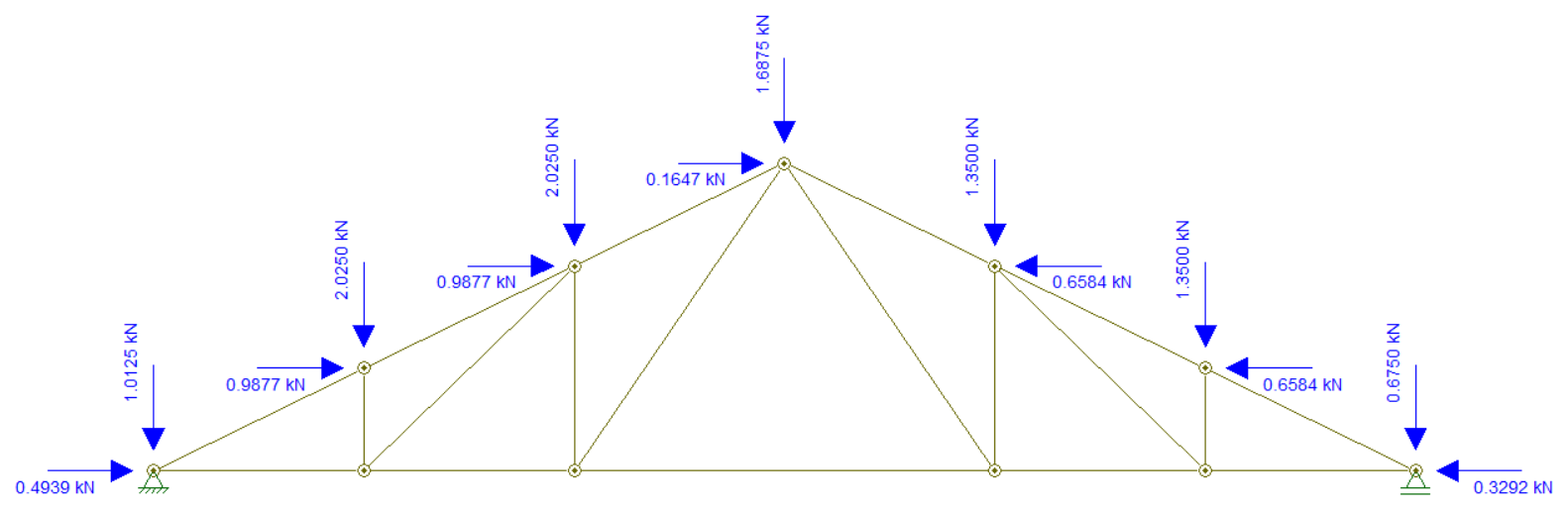
V1a horizontal,

## Esforços soliciantes da carga do vento V1b

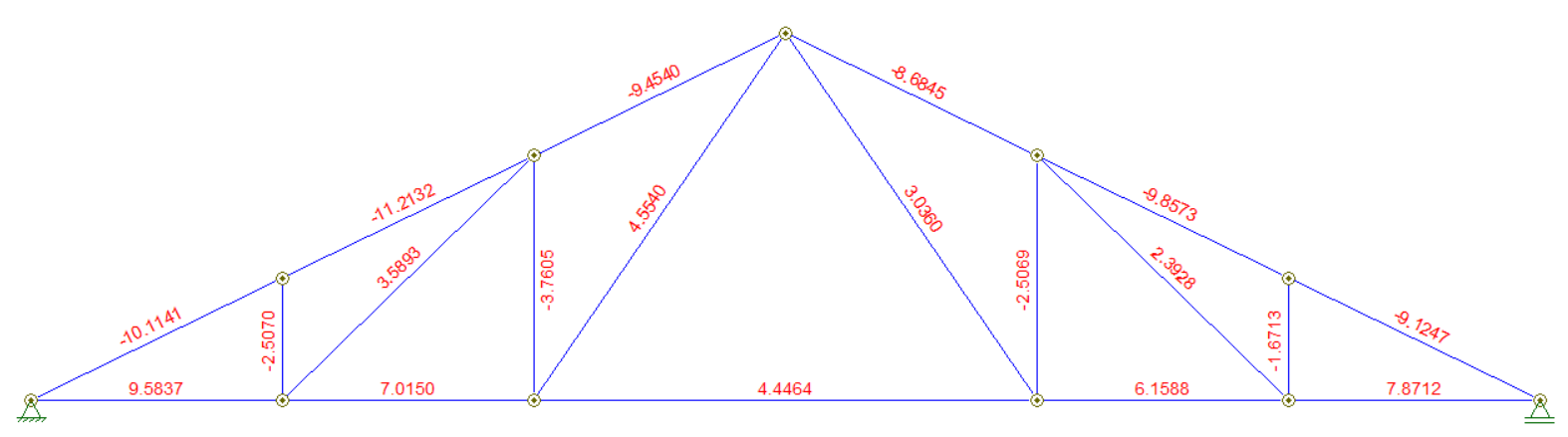
V1b vertical,

V1b horizontal,

Cargas V1



Esforços V1



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Carga permanente G1 + G2 | Carga de vento V1 |
| Elementos | Esforço normal\* N (kN) | Esforço normal\* N (kN) |
| S1 | -25.04 | -10.11 |
| S2 | -25.04 | -11.21 |
| S3 | -20.03 | -9.45 |
| I1 | 22.50 | 9.58 |
| I2 | 18.00 | 7.02 |
| I3 | 13.50 | 4.45 |
| M1 | -4.39 | -2.51 |
| M2 | -6.59 | -3.76 |
| D1 | 6.29 | 3.59 |
| D2 | 7.98 | 4.55 |

# Predimensionamento dos elementos da treliça

## Banzo inferior

### Tração

Admitindo An = 0,7 Ag, tem-se Ag = 49 cm². Para dar lugar as ligações adota-se uma área bem maior do que a necessária pelos cálculos de resistência. A princípio adota-se seção dupla 2 x **7,5 cm x 10 cm**.

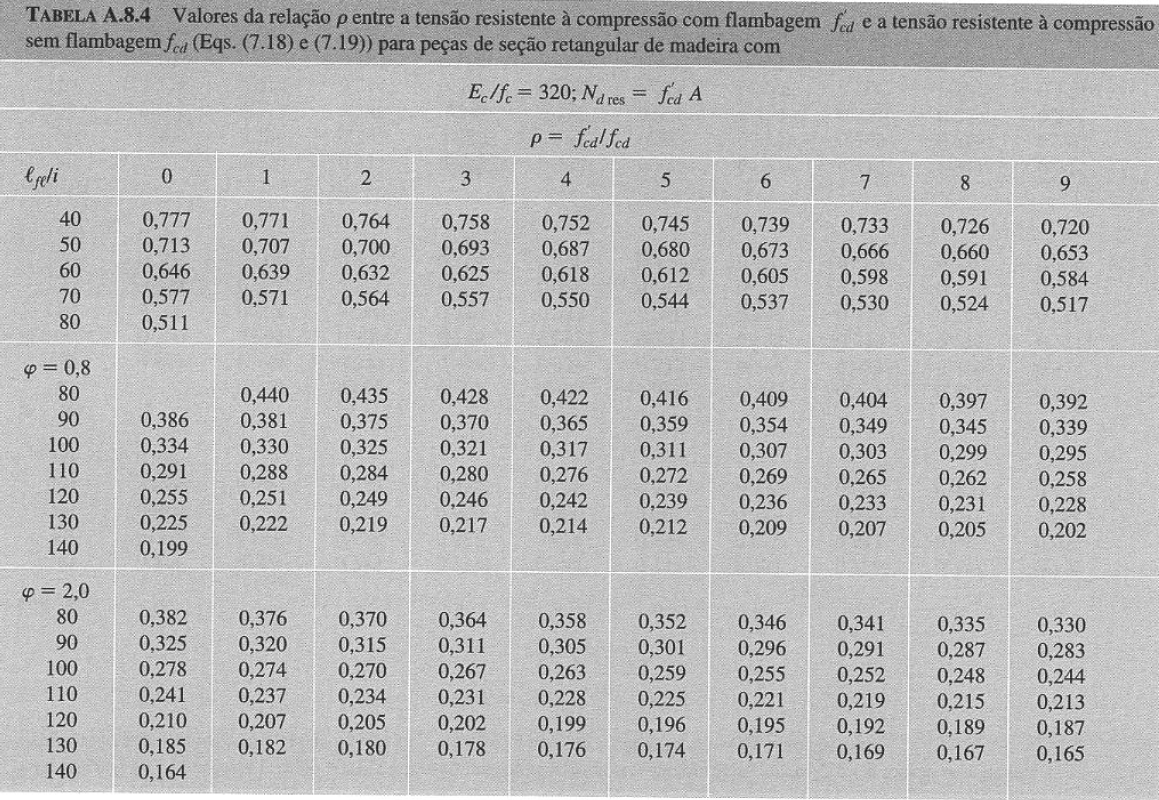
## Banzo superior

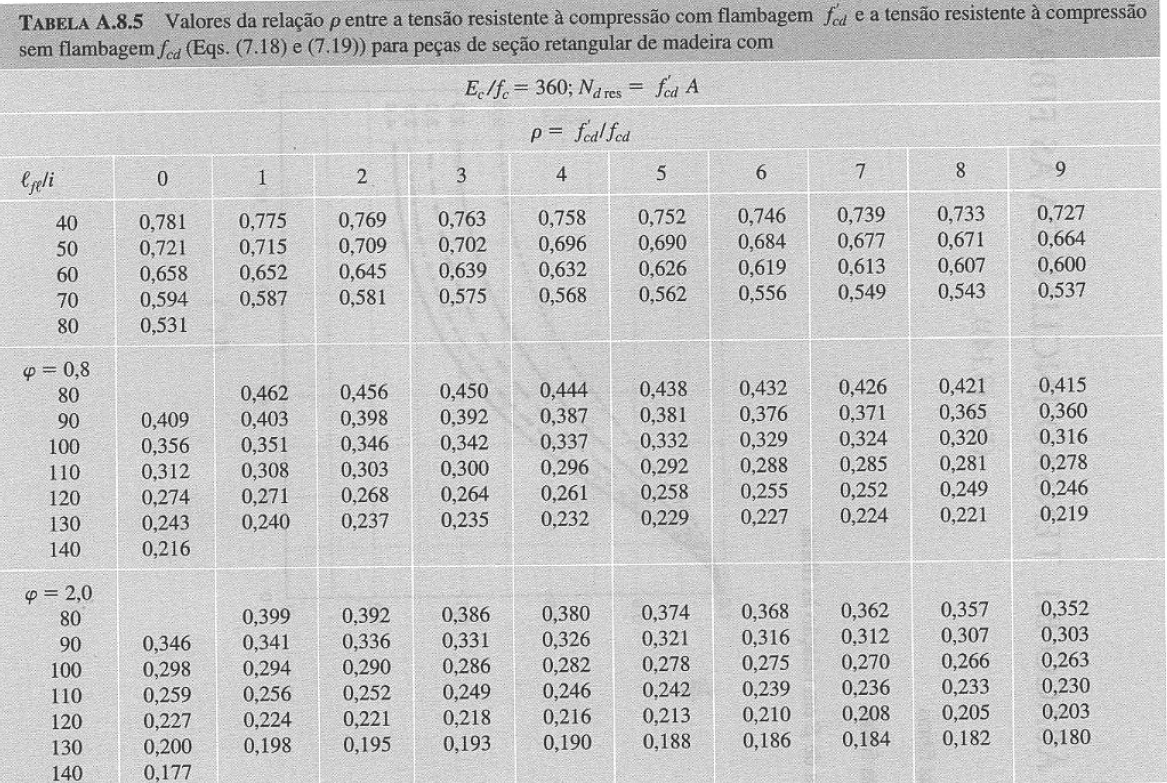
### Flexocompressão no plano da treliça; compressão simples com flambagem fora do plano da treliça

### Flambagem fora do plano da treliça

Admitindo-se peça de largura b = 7,5 cm, tem-se,

40 < 77,134 < 80 – Peça medianamente esbelta





Interpolando valores da tabela A.8.4 e A.8.5, para ϕ

Adota-se a princípio, seção dupla 2 x **7,5 cm x 10 cm**

### Flexocompressão com flambagem no plano da terliça

## Diagonais

### Tração

Admitindo An = 0,6 Ag, tem-se Ag > 21,93 cm².

Para acomodar adota-se a seção **7,5 cm x 10 cm**.

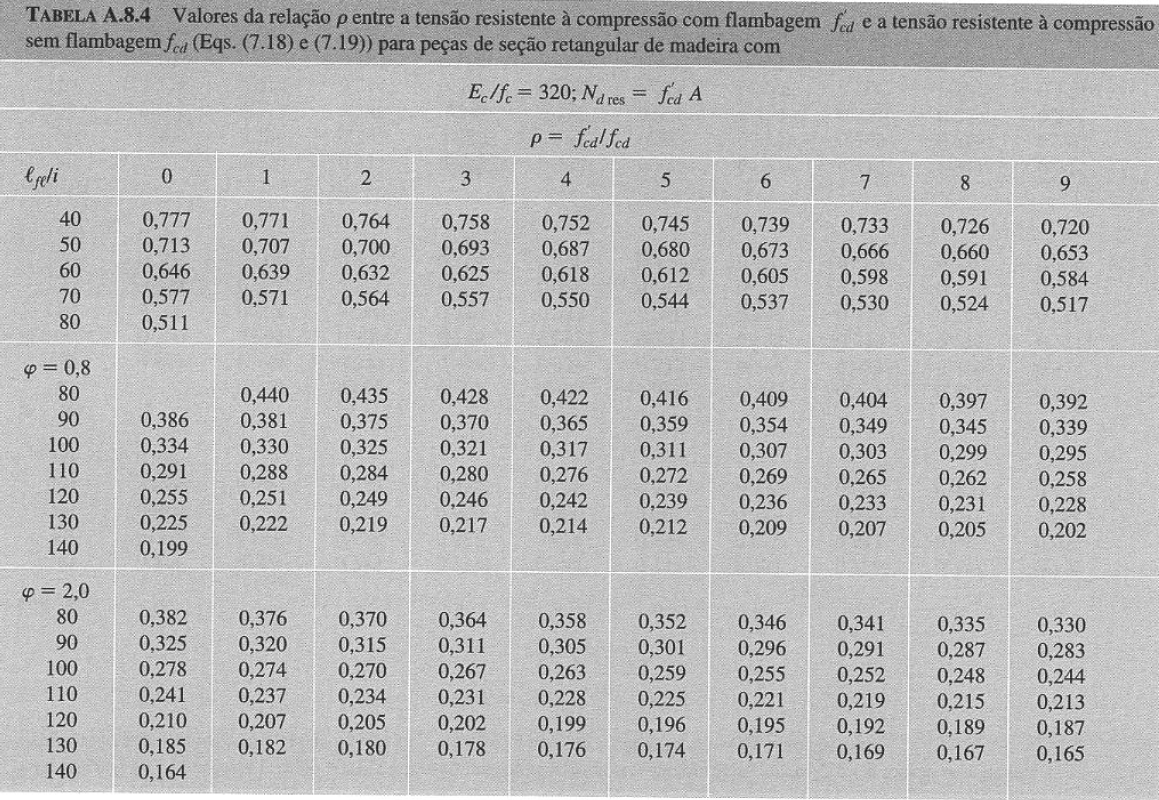
## Montantes

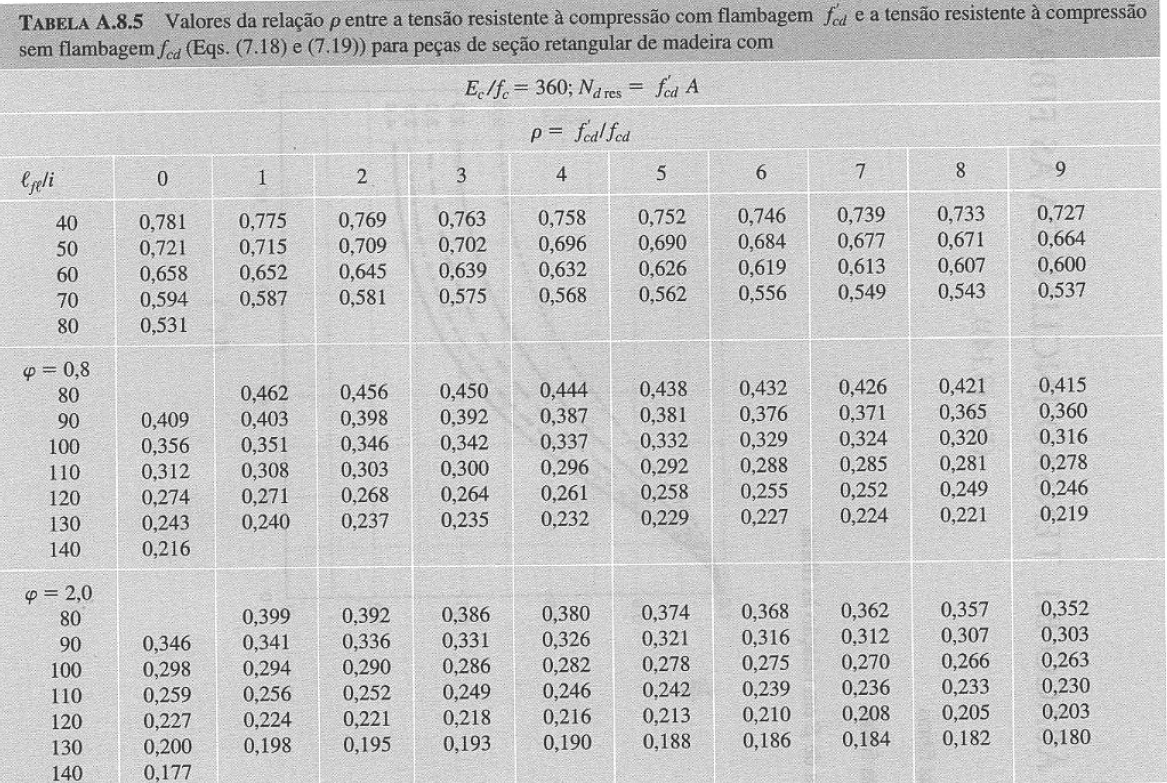
### Compressão simples com flambagem

lfl (iguais nos dois planos)

Admitindo-se peça de largura b = 10 cm, tem-se,

40 < 50,78 < 80 – Peça medianamente esbelta

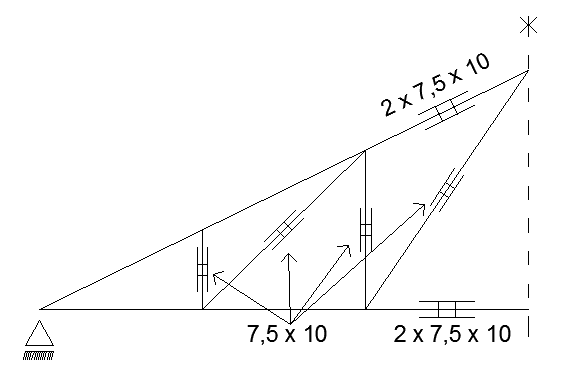




Interpolando valores da tabela A.8.4 e A.8.5, para ϕ

Adota-se seção simples **7,5 cm x 10 cm**

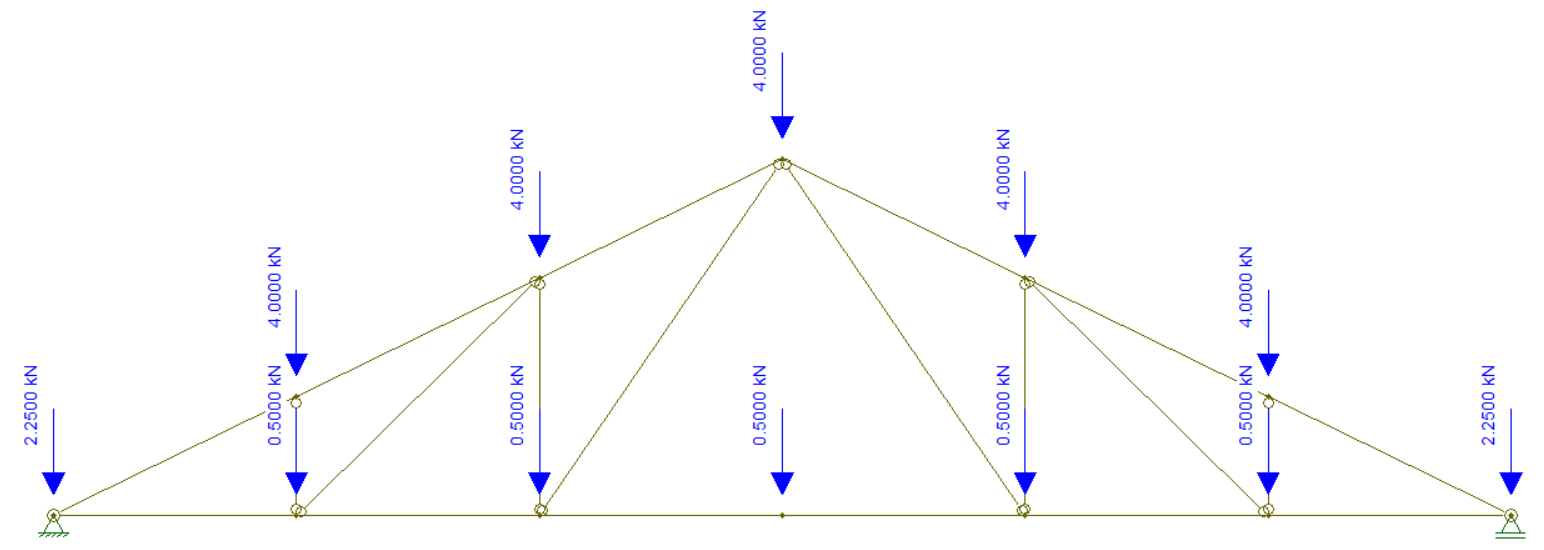
## Modelo da treliça de cobertura com as seções adotadas



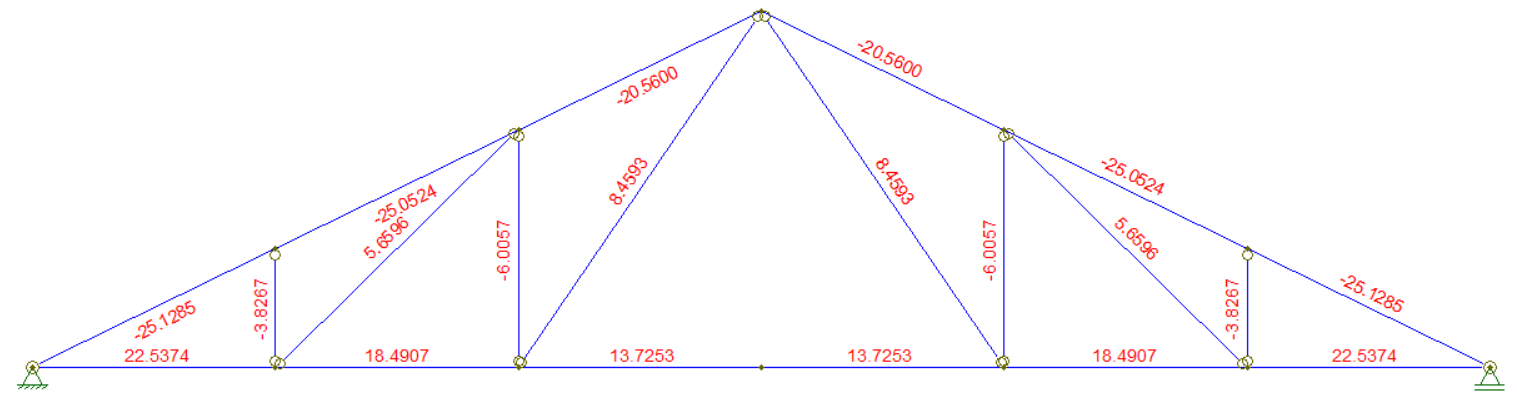
# Verificação do dimensionamento dos elementos da terliça de cobertura

## Peso próprio da viga treliçada G1

Carga P



Esforços P



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Carga permanente G1 + G2 | Carga de vento V1 |
| Elementos | Esforço normal\* N (kN) | Esforço normal\* N (kN) |
| S1 | -25.13 | -10.11 |
| S2 | -25.05 | -11.21 |
| S3 | -20.56 | -9.45 |
| I1 | 22.54 | 9.58 |
| I2 | 18.49 | 7.02 |
| I3 | 13.73 | 4.45 |
| M1 | -3.83 | -2.51 |
| M2 | -6.01 | -3.76 |
| D1 | 5.66 | 3.59 |
| D2 | 8.46 | 4.55 |

## Banzo superior

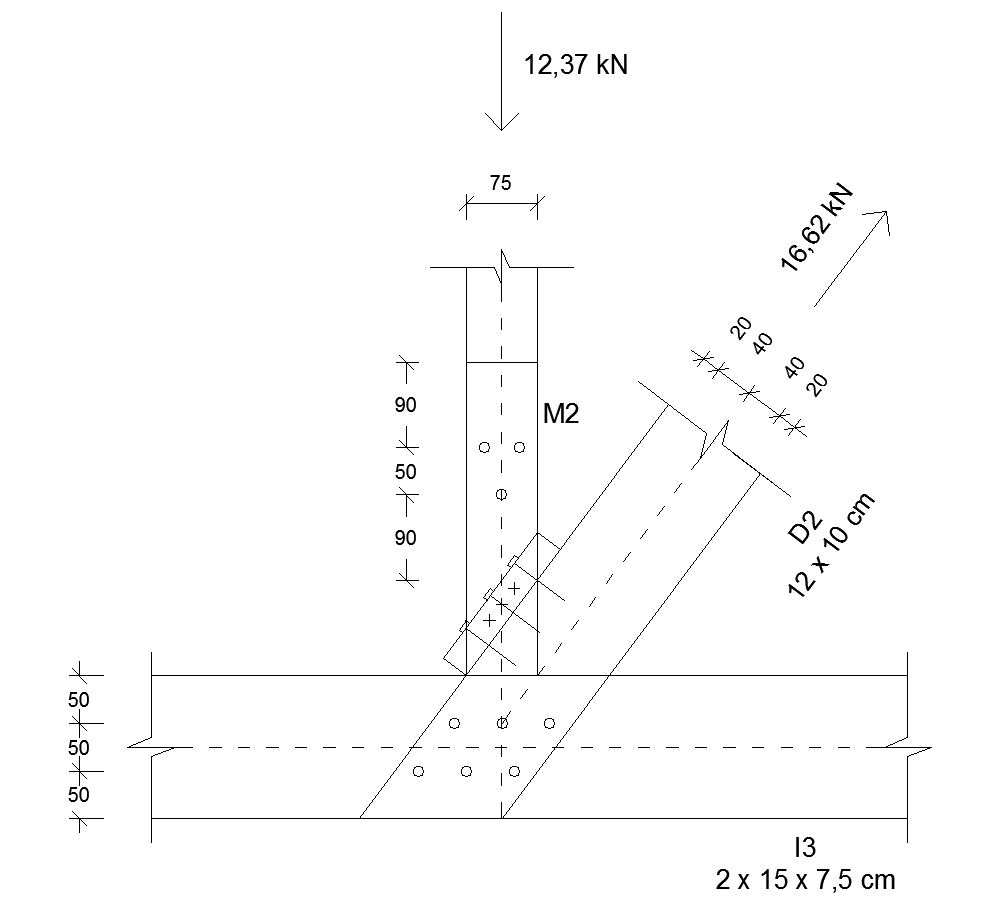
### Flexocompressão com flambagem no plano da treliça

## Banzo inferior

### Flexotração no nó

# Dimensionamento das ligações

## Detalhe A

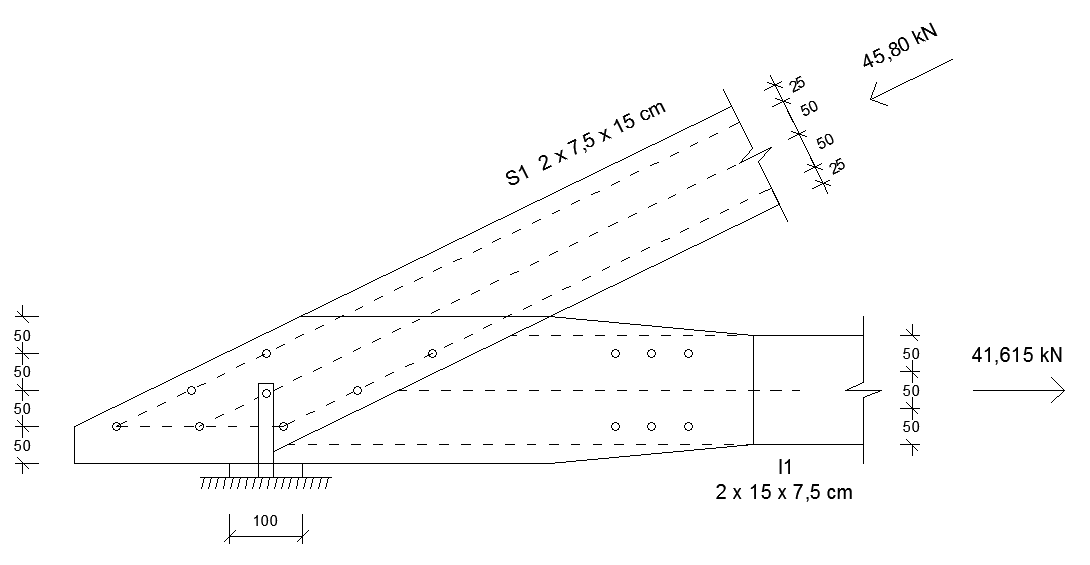


### Transferência da força da diagonal D2 para o banzo inferior

Para acomodar os parafusos, a diagonal teve sua seção alterada para **12 cm x 10 cm** e o banzo inferior para 2 x **15 cm x 7,5 cm**

### Transferência de força do montante M2 para o banzo inferior

## Detalhe B



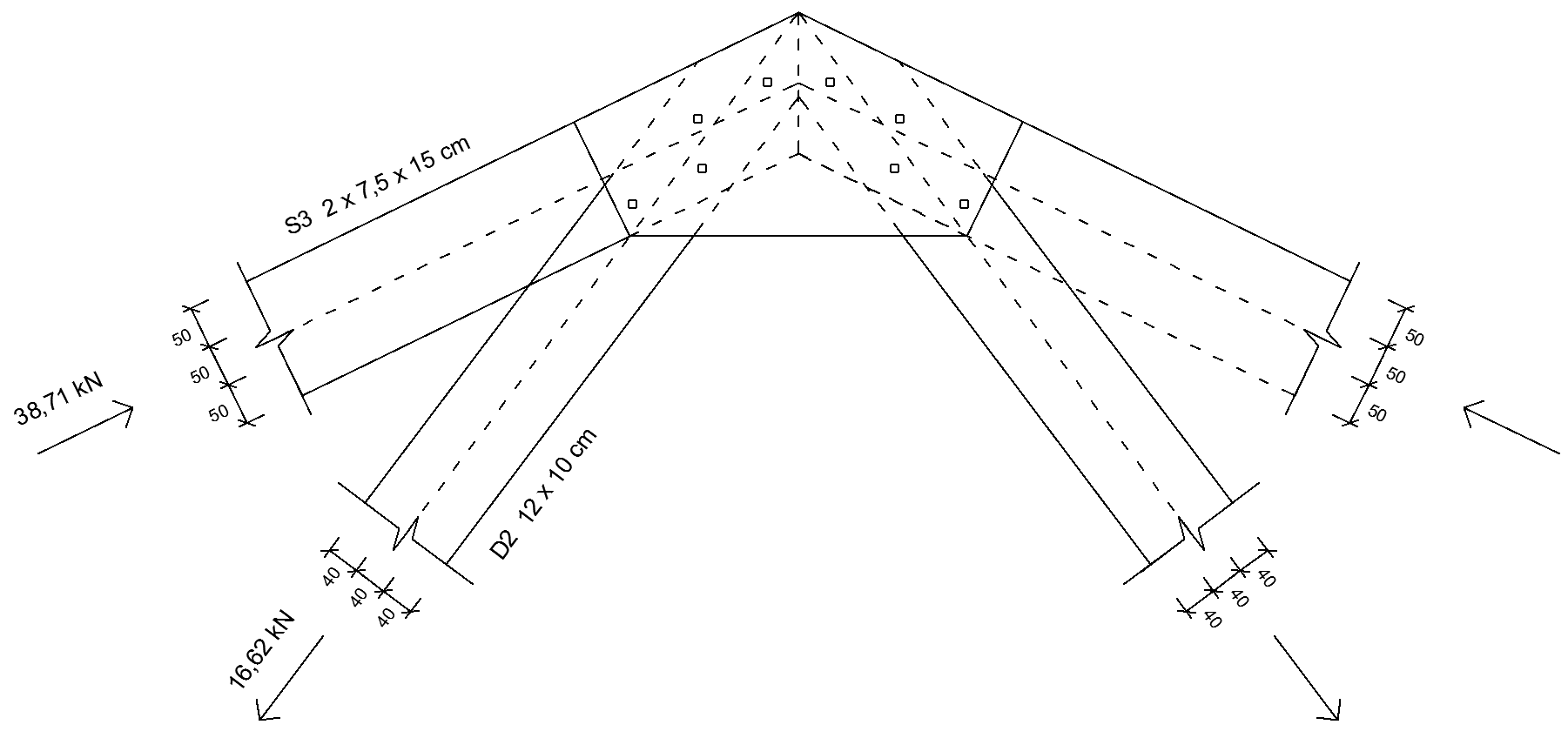
### Transferência da força do banzo inferior para as talas laterais e interna de madeira

### Transferência da força do banzo superior para as talas

### Largura necessária de apoio b

### Verificação da área líquida do banzo inferior

## Detalhe C



### Transferência da força da diagonal D2 para o banzo superior

### Estado limite de utilização

**A estrutura de cobertura é bastante rígida e atende com folga o estado limite de deslocamento excessivo**