

# MEMÓRIA DE CÁLCULO

Local	Túnel da Av. Araguaia, Setor Central, Goiânia
-------	---

## DIMENSIONAMENTO

### 1.Dados gerais da viga mista

Características da viga	
Vão	17.05 m
Intervigas (d1)	1.5 m
Sistema de construção	Escorada
Posicionamento da viga	Viga intermediária
Tipo de interação	Parcial - 80 %

Características da laje de concreto( $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ )	
Largura da Laje de concreto adotada(bef)	1.5 m
Espessura da Laje (tc)	170 mm
Tipo de laje	Fôrma metálica incorporada

Características da fôrma	
Altura da fôrma (hf)	75 mm
Largura da fôrma (bF)	119 mm
Tipo de fôrma	Metform MF-75

Características do perfil	
Perfil	W 610 x 155.0
Limite de escoamento do perfil( $f_y$ )	345 MPa
Altura do perfil(d)	611 mm
Momento de inércia do perfil ( $I_a$ )	129583 cm <sup>4</sup>

Característica dos conectores	
Tipo	STB 120x19

Solicitações de cálculo	
Momento fletor máximo de cálculo(MSd)	134994.95 kgf.m
Esforço cortante máximo de cálculo(VSd)	31670.37 kgf

### 2.Verificação da esbeltez

$$\frac{h}{t_w} = 45.12 \quad \text{Esbeltez da viga.}$$

$$3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90.53 \quad \text{Esbeltez limite da viga.}$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad \text{A viga não é esbelta.}$$

### 3.Determinação do momento resistente de cálculo

$\beta_{vm}$  coeficiente dado conforme a capacidade de rotação da ligação. Para vigas biapoiadas é igual a 1,00.

$y_p = 0.01 \text{ m}$  distância da linha neutra da seção plastificada até a face superior da viga de aço.

$y_c = 0.01 \text{ m}$  distância do centro de gravidade da parte comprimida da seção da viga de aço até a face superior dessa viga.

$y_t = 0.21 \text{ m}$  distância do centro de gravidade da parte tracionada da seção da viga de aço até a face inferior dessa viga.

$d = 0.61 \text{ m}$  Altura do perfil de aço.

$(A_f)_{tf}$ : é o produto da área da mesa superior da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$(A_f)_{tw}$ : é o produto da área da alma da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$$M_{Rd} = \beta_{vm} \cdot \left[ C_{ad} \cdot (d - y_t - y_c) + C_{cd} \cdot \left( t_c - \frac{a}{2} + h_f + d - y_t \right) \right] = 240339.47 \text{ kgf.m} \quad \text{Resistência de}$$

cálculo ao momento fletor.

$$\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} = 0.56 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

### 4.Verificação ao esforço cortante

$\lambda = 45.12$  Parâmetro de esbeltez.

$\lambda_p = 59.22$  Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.

$\lambda_r = 73.76$  Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento.

$A_w = 0.01 \text{ m}^2$  Área efetiva de cisalhamento.

$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 160625.8 \text{ kgf}$  Força cortante correspondente à plastificação.

$V_{Rk} = V_{pl} = 160625.8 \text{ kgf}$  Força cortante resistente característica.

$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 146023.45 \text{ kgf}$  Força cortante resistente de cálculo.

$$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} = 0.22 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

## 5. Distribuição dos conectores

Distância interconectores = 274 mm

Número total de conectores ao longo do vão: 88 mais 36 conectores extras

Distribuição: 2 linhas com 62 conectores por linha

### 6.1. Verificação dos espaçamentos máximos e mínimos

$$e_{\text{máx}} = 800 \text{ mm} = 800 \text{ mm}$$

$$274 \text{ mm} \leq 800 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

$$e_{\text{mín}} = 4 \cdot \phi = 76 \text{ mm}$$

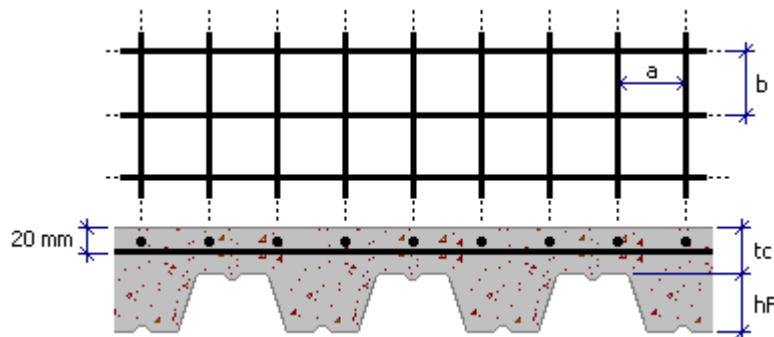
$$e_{\text{mín}} = b_f = 19 \text{ mm}$$

$$274 \text{ mm} \geq 19 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

## 6. Armadura adicional

### 7.1. Armadura de retração

Recomendações do fabricante da fôrma metálica



$$h_f + t_c = 250 \text{ mm}$$

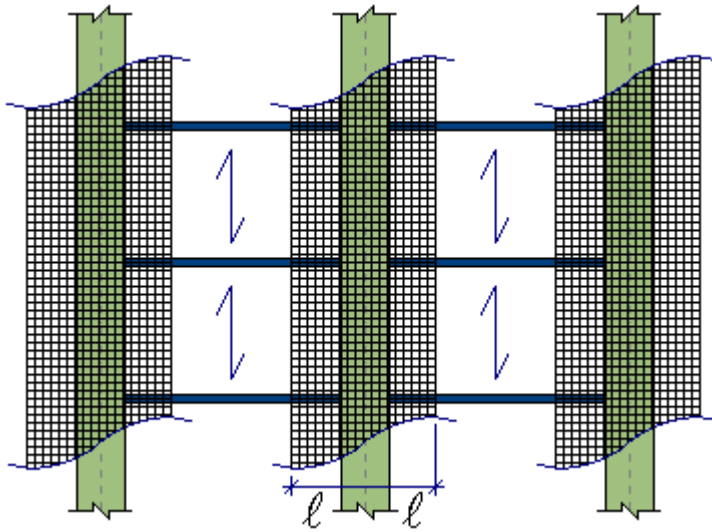
$$a = 100 \text{ mm}$$

$$b = 100 \text{ mm}$$

$$\phi = 4.2 \text{ mm}$$

### 7.2. Armadura de fissuração

Recomenda-se uma malha de mesmas proporções que a de retração sobre as vigas de apoio.



$\ell$  = Largura de influência da armadura de fissuração

## 7. Armadura Transversal

### 8.1. Verificação da armadura Transversal

$$f_{ctk,inf} = 0,21 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 179547.48 \text{ kgf/m}^2$$

$$A_{cv} = 0.17 \text{ m}^2/\text{m} \quad \text{Área de cisalhamento do concreto.}$$

$$A_s = 3.12 \text{E-}4 \text{ m}^2/\text{m} \quad \text{Área da armadura transversal.}$$

Recomendações da NBR 8800:2008

$$A_s \geq 1,5 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{OK!}$$

$$A_s \geq 0,1\% \cdot A_{cv} \quad \text{OK!}$$

$$f_{sd} = \frac{f_{ys}}{1,15} = 52173912 \text{ kgf/m}^2 \quad \text{Resistência de cálculo do aço das barras da armadura.}$$

$$A_F = 1.33 \text{E-}3 \text{ m}^2/\text{m} \quad \text{Área da fôrma metálica.}$$

$$f_{yFd} = \frac{f_{yF}}{1,10} = 25454546 \text{ kgf/m}^2 \quad \text{Resistência de cálculo da fôrma de aço incorporada.}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,40} = 1785714.25 \text{ kgf/m}^2 \quad \text{Resistência de cálculo do concreto.}$$

$$V_{Sds} = 36321.74 \text{ kgf/m}$$

$$V_{Rds1} = 0,6 \cdot \frac{\eta \cdot f_{ctk,inf}}{1,40} \cdot A_{cv} + A_s \cdot f_{sd} + A_F \cdot f_{yFd} = 63250.66 \text{ kgf/m}$$

$$V_{Rds2} = 0,2 \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot A_{cv} + 0,6 \cdot A_F \cdot f_{yFd} = 81057.55 \text{ kgf/m}$$

$$V_{Rds} = 63250.66 \text{ kgf /m}$$

$$V_{Rds} \geq V_{Sds} \quad \text{OK!}$$

## 8.Verificação da tensão na mesa inferior

MSdGa = 0 kgf.m    Momento máximo de cálculo devido a ação permanente antes da cura

MSdL = 134994.95 kgf.m    Momento máximo de cálculo devido as ações depois da cura

Wa = 4241.67 cm<sup>3</sup>    Módulo elástico da seção de aço

Wef = 6048.28 cm<sup>3</sup>    Módulo elástico efetivo da seção transformada

f<sub>yd</sub> = 31363636 kgf/m<sup>2</sup>    Resistência de cálculo da seção de aço

$$\frac{M_{Sd,Ga}}{W_a} + \frac{M_{Sd,L}}{W_{ef}} = 22319580 \text{ kgf/m}^2$$

$$\frac{M_{Sd,Ga}}{W_a} + \frac{M_{Sd,L}}{W_{ef}} \leq f_{yd} \quad \text{OK!}$$

## 9.Peso da viga de aço e conectores

DIMENSIONAMENTO VIGA: W 610 x 155.0 com STB 120x19 a cada 274 mm

Viga	
Perfil	Peso
<b>W 610 x 155.0</b>	154 kgf/m
<b>124 STB 120x19</b>	34 kgf
<b>Peso Total</b>	2659 kgf

## ANÁLISE

## 10.Dados gerais

<b>Vão</b>	17.05 m	<b>Intervigas</b>	1.5 m
<b>Inércia Perfil</b>	129583 cm <sup>4</sup>	<b>Inércia Viga Mista</b>	298564.13 cm <sup>4</sup>

## 11.Estado de Ações

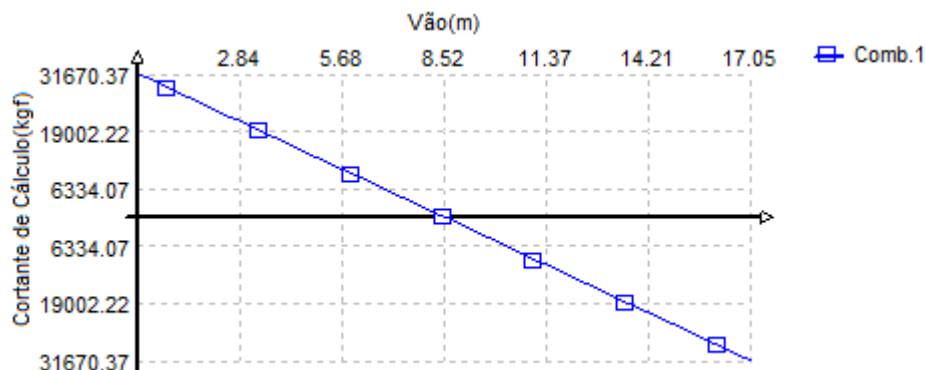
<b>PP Viga</b>	155 kgf/m	<b>Forro</b>	0 kgf/m <sup>2</sup>
<b>Laje de Concreto</b>	330 kgf/m <sup>2</sup>	<b>Sobrecarga</b>	500 kgf/m <sup>2</sup>

Piso	800 kgf/m <sup>2</sup>	Parede	0 kgf/m
------	------------------------	--------	---------

## 12. Cortantes:

Combinação	Cortante Máximo(kgf)	Posição(m)
Combinação 1 - Dimensionamento	31670.37	0

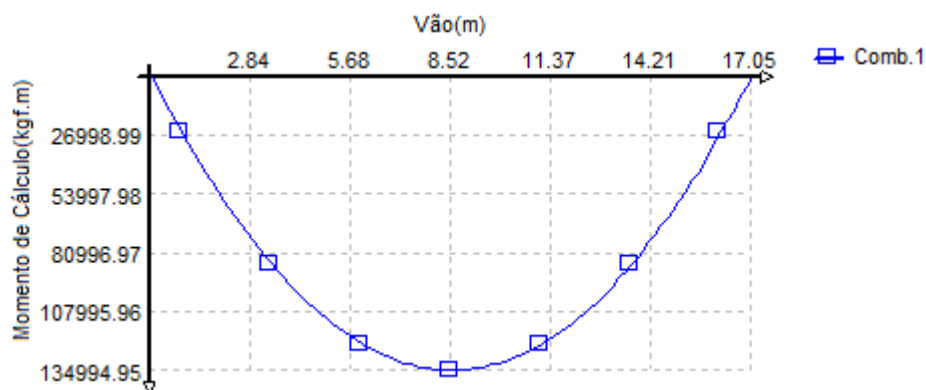
### 15.1. Diagrama de Cortantes:



## 13. Momentos:

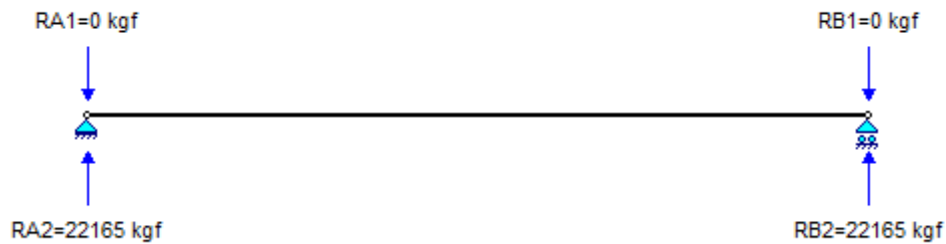
Combinação	Momento Máximo(kgf.m)	Posição(m)
Combinação 1 - Dimensionamento	134994.95	8.52

### 16.1. Diagrama de Momentos:



## 14. REAÇÕES:

### 17.1.Reações das combinações(sem ponderação):



### 17.2.Reações dos estados isolados:

Estados	RA(kgf)	RB(kgf)
AP Antes da Cura	0	0
AP Depois da Cura	15771.25	15771.25
SC Lançamento	0	0
SC Total	6393.75	6393.75

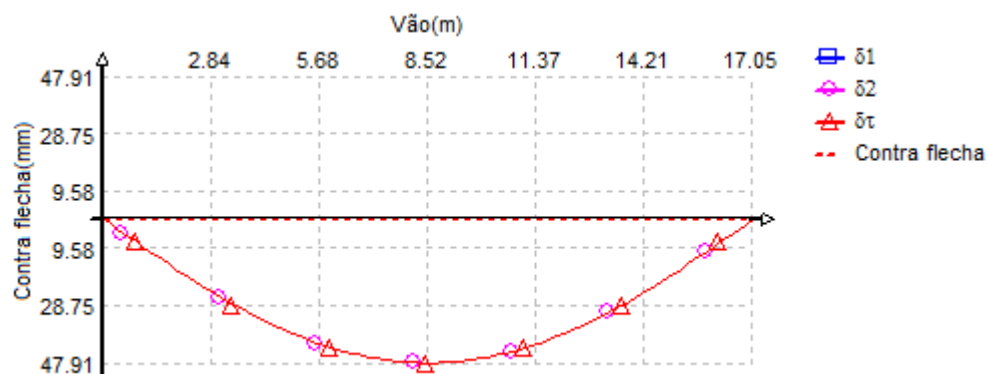
## 18. Diagrama de deslocamentos com Contra flecha:

$$CF = -(\delta_1 + \delta_2) = 0 \text{ mm}$$

$$\delta_T = \delta_1 + \delta_2 - CF = 47.91 \text{ mm}$$

$\delta_1 = 0 \text{ mm}$  flecha máxima devido à ação permanente no lançamento.

$\delta_2 = 47.91 \text{ mm}$  flecha máxima relacionada à ação permanente após a cura mais SC total.



## 19.Freqüência da Viga Mista

$E = 200000 \text{ N/mm}^2$  Módulo de elasticidade do aço  
 $I_{tr} = 3185096448 \text{ mm}^4$  Inércia da seção transformada  
 $W = 9.32 \text{ N/mm}$  Peso da laje de concreto sob a largura efetiva  
 $L = 17050 \text{ mm}$  Vão da viga mista

$$f = 156 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_{tr}}{W \cdot L^4}} = 4.44 \text{ Hz}$$

$f > 4 \text{ Hz}$  cfe. L.3.2 da NBR 8800:2008 pra pisos residenciais e comerciais.

$f > 8 \text{ Hz}$  cfe. L.3.3 da NBR 8800:2008 para pisos de academias de ginástica ou estádios.