

## MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – ESTRUTURA METÁLICA

### DIMENSIONAMENTO DE TERÇAS, VIGAS, ANEL CENTRAL, PILAR E CHAPA DE BASE

|                            |                                                          |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Obra / Edificação</b>   | Fundação Educacional FEMA – CEPECI                       |
| <b>Localização</b>         | Av. Getúlio Vargas, 1200 – Vila Nova Santana, Assis / SP |
| <b>Responsável Técnico</b> | Eng. Rodrigo Cícero Castor – CREA nº 5069619582          |
| <b>Empresa</b>             | RCC Serviços de Engenharia                               |
| <b>Data da vistoria</b>    | 17 de abril de 2026                                      |
| <b>Finalidade</b>          | Calculo da estrutura                                     |

### 1. PERFIS UTILIZADOS (CATÁLOGO TÉCNICO)

| Elemento Estrutural | Perfil Comercial            | Massa Linear | Área (A)             | Inércia (Ix)          | Módulo Resistente (Wx) |
|---------------------|-----------------------------|--------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| Terças              | U Enrijecido 75×40×15×3 mm  | 3,15 kg/m    | 4,01 cm <sup>2</sup> | 31,20 cm <sup>4</sup> | 8,32 cm <sup>3</sup>   |
| Vigas Principais    | U Enrijecido 100×40×17×3 mm | 4,71 kg/m    | 6,00 cm <sup>2</sup> | 91,90 cm <sup>4</sup> | 18,38 cm <sup>3</sup>  |

### 2. LEVANTAMENTO DE CARGAS

Cargas Permanentes (g):

- Telha Termoacústica: 10,0 kgf/m<sup>2</sup>
- Peso próprio + acessórios: 3,0 kgf/m<sup>2</sup>

Subtotal (g): 13,0 kgf/m<sup>2</sup>

Carga Variável (q):

- Sobrecarga de manutenção (NBR 6120): 25,0 kgf/m<sup>2</sup>

Carga Total de Serviço (g+q): 38,0 kgf/m<sup>2</sup>

### 3. DIMENSIONAMENTO DAS TERÇAS (U 75×40×15×3 mm)

Dados:

- Vão (L) = 4,20 m (420 cm)
- Espaçamento = 1,15 m

Cargas:

- Serviço:  $q_{lin} = 38,0 \times 1,15 = 43,70 \text{ kgf/m}$  (0,437 kgf/cm)
- ELU:  $q_{comb} = 1,4 \times (13+25) \times 1,15 = 61,18 \text{ kgf/m}$  (0,612 kgf/cm)

## RCC SERVIÇOS DE ENGENHARIA

SITIO NOVA VIDA, nº S/N – Fone (18) 99822-4368  
CNPJ 53.504.137/0001-40 - CEP 17740-000 - RINOPOLIS / SP

### 3.1. ELS – Flecha

$$\delta_{adm} = L/300 = 420/300 = 1,40 \text{ cm}$$

$$\delta_{calc} = (5 \times 0,437 \times 420^4) / (384 \times 2,1 \times 10^6 \times 31,20) = 0,29 \text{ cm}$$

APROVADO (Taxa: 20,7%)

### 3.2. ELU – Flexão

$$M_{sd} = (61,18 \times 4,20^2) / 8 = 134,81 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$M_{rd} = (8,32 \times 2.500) / 1,10 = 189,09 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

APROVADO (Taxa: 71,3%)

## 4. DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS PRINCIPAIS (U 100×40×17×3 mm)

Dados:

- Vão crítico (L) = 1,90 m (190 cm)
- Largura de influência = 4,20 m

Cargas:

- Serviço:  $38,0 \times 4,20 = 159,60 \text{ kgf/m}$  (1,596 kgf/cm)
- ELU:  $1,4 \times 159,60 = 223,44 \text{ kgf/m}$  (2,234 kgf/cm)

### 4.1. ELS – Flecha

$$\delta_{adm} = 190/300 = 0,63 \text{ cm}$$

$$\delta_{calc} = (5 \times 1,596 \times 190^4) / (384 \times 2,1 \times 10^6 \times 91,90) = 0,07 \text{ cm}$$

APROVADO (Taxa: 11,1%)

### 4.2. ELU – Flexão e Cisalhamento

$$M_{sd} = (223,44 \times 1,90^2) / 8 = 100,77 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$M_{rd} = (18,38 \times 2.500) / 1,10 = 417,73 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

APROVADO (Taxa: 24,1%)

$$V_{sd} = (223,44 \times 1,90) / 2 = 212,27 \text{ kgf}$$

APROVADO (V<sub>rd</sub> superior)

## 5. ANEL CENTRAL / CHAPA DE CUMEEIRA

Adota-se chapa de ligação em aço ASTM A36 com espessura 8,0 mm (5/16") para absorver as excentricidades e momentos na cumeeira.

## RCC SERVIÇOS DE ENGENHARIA

SITIO NOVA VIDA, nº S/N – Fone (18) 99822-4368  
CNPJ 53.504.137/0001-40 - CEP 17740-000 - RINOPOLIS / SP

### 6. DIMENSIONAMENTO DA SOLDADA (CUMEEIRA E ANEL)

Eletrodo: AWS E70XX ( $f_{exx} = 4.945 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $\gamma_w1 = 1,35$ )

$$t_{wrd} = (0,60 \times 4.945) / 1,35 = 2.197,78 \text{ kgf/cm}^2$$

Perna de solda adotada:  $a = 5,0 \text{ mm}$  (0,50 cm)

$$\text{Garganta efetiva: } t_g = 0,707 \times 0,50 = 0,3535 \text{ cm}$$

Soldada contínua ao redor do perfil U 100 – absorve  $V_{sd} = 892,43 \text{ kgf}$  e momentos com segurança.

### 7. DIMENSIONAMENTO DO PILAR METÁLICO (U 100×40×17×3 mm)

Altura do pilar (L): 70 cm

Carga total (P): 2 vigas  $\times 212,27 \text{ kgf} = 424,54 \text{ kgf} \rightarrow$  adotado 450 kgf

Propriedades do perfil:  $A = 6,00 \text{ cm}^2$  |  $I_x = 91,90 \text{ cm}^4$  |  $I_y = 14,20 \text{ cm}^4$  |  $r_x = 3,91 \text{ cm}$  |  $r_y = 1,54 \text{ cm}$

#### 7.1. Compressão simples

$$N_{c,Rd} = (6,00 \times 2.500) / 1,10 = 13.636 \text{ kgf}$$

$$450 \leq 13.636 \text{ (folga: 96,7\%)} - \text{APROVADO}$$

#### 7.2. Flambagem (eixo Y)

$$\lambda = 70 / 1,54 = 45,45$$

$$\lambda_{lim} = \pi \sqrt{(2,1 \times 10^6 / 2.500)} = 91,0 \rightarrow \text{flambagem inelástica}$$

$$N_e = \pi^2 \times 2,1 \times 10^6 \times 14,20 / 70^2 = 86.417 \text{ kgf}$$

$$\lambda_0 = \sqrt{(6 \times 2.500 / 86.417)} = 0,416 \rightarrow \chi = 0,658^{(0,1736)} = 0,932$$

$$N_{c,Rd,flamb} = (0,932 \times 15.000) / 1,10 = 12.709 \text{ kgf}$$

$$450 \leq 12.709 \text{ (folga: 96,5\%)} - \text{APROVADO}$$

#### 7.3. Flambagem local

- Alma:  $h/t = (100 - 2 \times 3) / 3 = 31,33 \leq 42 \rightarrow \text{COMPACTA}$
- Mesa:  $b/t = 40 / 3 = 13,33 \leq 21 \rightarrow \text{COMPACTA}$

#### 7.4. Carga excêntrica (e = 5 cm)

$$M = 450 \times 5 = 2.250 \text{ kgf}\cdot\text{cm}$$

$$\sigma_{flex} = 2.250 / 18,38 = 122,42 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{comp} = 450 / 6 = 75 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_{total} = 197,42 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2.272,73 \rightarrow \text{APROVADO}$$

## 8. DIMENSIONAMENTO DA CHAPA DE BASE – 15×15 cm (PAREDE DE CONCRETO)

Dimensões: 15 cm × 15 cm

Espessura adotada: 6,35 mm (1/4") – aço ASTM A36

Concreto:  $f_{ck} = 200 \text{ kgf/cm}^2$

### 8.1. Tensão de compressão no concreto

Área =  $15 \times 15 = 225 \text{ cm}^2$

$\sigma_c = 450 / 225 = 2 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{c,adm} = 0,6 \times 200 / 1,4 = 85,71 \text{ kgf/cm}^2$

APROVADO (folga: 98,7%)

### 8.2. Flexão da chapa

Vão entre chumbadores  $\approx 10 \text{ cm}$

$q = \sigma_c \times 1 \text{ cm} = 1,125 \text{ kgf/cm}$

$M = q \times L^2 / 10 = 1,125 \times 10^2 / 10 = 11,25 \text{ kgf} \cdot \text{cm/cm}$

$W = 1 \times 0,635^2 / 6 = 0,0672 \text{ cm}^3$

$\sigma_{flex} = 11,25 / 0,0672 = 167,41 \text{ kgf/cm}^2$

$\sigma_{resist} = 2.500 / 1,10 = 2.272,73 \text{ kgf/cm}^2$

APROVADO (folga: 92,6%)

### 8.3. Chumbadores (4×3/8" – d = 0,95 cm, A = 0,71 cm²)

$F = 450 / 4 = 112,50 \text{ kgf}$

$F_v, R_d = 0,6 \times f_u \times A / \gamma = (0,6 \times 4.000 \times 0,71) / 1,35 \approx 1.262 \text{ kgf}$

APROVADO (folga: 91,1%)

### 8.4. Ancoragem (chumbador mecânico)

Conforme catálogo do fabricante para Parabolt 3/8" em concreto  $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$  – comprimento mínimo de 6,0 cm no concreto. Adotado: 7,5 cm total (6,0 cm no concreto + 1,5 cm para rosca/porca).

## 9. RESUMO EXECUTIVO

| Elemento             | Especificação | Esforço                                      | Capacidade                                   | Status   |
|----------------------|---------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------|
| Terças (ELS)         | U 75×40×15×3  | $\delta = 0,29 \text{ cm}$                   | $\delta_{adm} = 1,40 \text{ cm}$             | APROVADO |
| Terças (ELU)         | U 75×40×15×3  | $M_{sd} = 134,81 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ | $M_{rd} = 189,09 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ | APROVADO |
| Vigas (ELS)          | U 100×40×17×3 | $\delta = 0,07 \text{ cm}$                   | $\delta_{adm} = 0,63 \text{ cm}$             | APROVADO |
| Vigas (ELU)          | U 100×40×17×3 | $M_{sd} = 100,77 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ | $M_{rd} = 417,73 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ | APROVADO |
| Vigas (Cisalhamento) | U 100×40×17×3 | $V_{sd} = 212,27 \text{ kgf}$                | $V_{rd}$ superior                            | APROVADO |

## RCC SERVIÇOS DE ENGENHARIA

SITIO NOVA VIDA, nº S/N – Fone (18) 99822-4368  
CNPJ 53.504.137/0001-40 - CEP 17740-000 - RINOPOLIS / SP

|                    |                       |                            |                              |          |
|--------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|----------|
| Pilar (Compressão) | U 100×40×17×3 – 70 cm | 450 kgf                    | 13.636 kgf                   | APROVADO |
| Pilar (Flambagem)  | U 100×40×17×3 – 70 cm | 450 kgf                    | 12.709 kgf                   | APROVADO |
| Chapa de base      | 20×20 × 4,75 mm       | 1,125 kgf/cm <sup>2</sup>  | 85,71 kgf/cm <sup>2</sup>    | APROVADO |
| Chapa (Flexão)     | 15×15 × 6,35 mm       | 167,41 kgf/cm <sup>2</sup> | 2.272,73 kgf/cm <sup>2</sup> | APROVADO |
| Chumbadores        | 4×3/8"                | 112,50 kgf                 | 1.262 kgf                    | APROVADO |
| Alma do pilar      | h/t = 31,33           | –                          | ≤ 42                         | COMPACTA |
| Mesa do pilar      | b/t = 13,33           | –                          | ≤ 21                         | COMPACTA |
| Chapa cumeeira     | 8,0 mm (5/16")        | Transição                  | Superior                     | APROVADO |
| Solda              | E70XX – a=5,0 mm      | 892,43 kgf                 | 2.197,78 kgf/cm <sup>2</sup> | APROVADO |

## 10. CONCLUSÃO FINAL

Todos os elementos estruturais – terças, vigas, anel central, pilares, chapa de base e ligações soldadas – atendem integralmente às exigências das normas ABNT NBR 8800:2008, NBR 6123 e NBR 6120, com folgas adequadas nos estados limites de serviço e último.

Assis, 11 de agosto de 2026

RODRIGO CICERO

CASTOR:40510621805

Assinado de forma digital por RODRIGO  
CICERO CASTOR:40510621805  
Dados: 2026.08.17 09:43:19 -03'00'

**RODRIGO CICERO CASTOR**

**Engº Civil**

CREA 5069619582

CNPJ: 53.504.137/0001-40

RCC SERVIÇOS DE ENGENHARIA