

PROJETO DE ESTRUTURA METÁLICA DA COBERTURA E PLATAFORMAS DE SERVIÇO SESC SANTARÉM - PA

CLIENTE:
SESC-PA

EMPREENDIMENTO:
SESC UNIDADE SANTARÉM-PA

OBJETO DO CONTATO:
Contratação de empresa para elaboração dos projetos complementares para reforma da Unidade Operacional Sesc Santarém, de acordo com as especificações técnicas contidas no Edital, Termo de Referência e Anexos do Pregão Eletrônico Nº 21/0068-PG.

SÃO LUIS-MA, 2022

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| 1. IDENTIFICAÇÃO GERAL | 3 - |
| 2. OBJETIVO | 4 - |
| 3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA | 4 - |
| 4. NORMAS E REFERÊNCIAS APLICÁVEIS | 4 - |
| 5. MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES | 5 - |
| 5.1. Propriedades dos Perfis, Chapas, Porcas e Arruelas de Aço ASTM A36. | 5 - |
| 5.2. Propriedades dos Parafusos, Porcas e Arruelas de Aço ASTM A325. | 5 - |
| 5.3. Propriedades do Eletrodo E7018..... | 5 - |
| 5.4. Composição Química dos Materiais..... | 5 - |
| 6. DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE SEGURANÇA | 6 - |
| 6.1. Fator de segurança considerado (mais conservador) | 6 - |
| 7. PREMISSAS DE PROJETO..... | 6 - |
| 8. MODELAGEM MATEMÁTICA DO PROBLEMA..... | 7 - |
| 9. SOLDAS..... | 13 - |
| 9.1. Processo | 13 - |
| 9.2. Tipo | 13 - |
| 10. CONCLUSÕES | 14 - |

1. IDENTIFICAÇÃO GERAL

Dados do proprietário

Nome: SESC - SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO

CNPJ: 03.593.364/0001- 10

Endereço: Avenida Assis de Vasconcelos, nº 359, Edifício Orlando Lobato, 6º andar, Belém/PA

Dados do empreendimento

Nome: SESC UNIDADE SANTARÉM-PA

Endereço: Rua Wilson, Dias Fonseca, No. 535, Centro Santarém-PA.

Coordenadas geográficas: -2.418225442502196 | -54.71391861996463

Dados do Contrato

Objeto: Contratação de empresa para elaboração dos projetos complementares para reforma da Unidade Operacional Sesc Santarém, de acordo com as especificações técnicas contidas no Edital, Termo de Referência e Anexos do Pregão Eletrônico Nº 21/0068-PG,

Data de início do contrato: 15/12/2021

Número do contrato:

Fiscalização: Coordenação de Projetos, Obras e Manutenção

Preposto: Diego Oliveira da Silva

Telefone: (91) 4.005-9567

E-mail: cpom@pa.sesc.com.br e dosilva@pa.sesc.com.br

Dados do projetista

Nome: C3 Arquitetura e Engenharia Ltda

CNPJ: 12.769.406/0001-12

Endereço: Av. General Artur Teixeira de Carvalho, Plaza Center, Nº 06, Sala 12, Turu, São Luís - MA, CEP.:65.066-320

Telefone: 98-3245-1510

E-mail: c3ae@c3ae.com.br

Coordenadas geográficas: -2.5164574339335104 | -44.225197973780226

Controle do documento

Nome: BIM Execution Plan - BEP

Data de aprovação: 21/02/2022

Controle de versão: 01

2. OBJETIVO

Verificação do projeto estrutural de cobertura e plataformas de serviço do SESC Santarém-PA, para possíveis adequações e otimizações no projeto padrão existente, caso seja necessário.

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

PROPOSTA-ARQUITETÔNICO SANTARÉM 04.dwg

4. NORMAS E REFERÊNCIAS APLICÁVEIS

Todos os cálculos foram efetuados em conformidade com os conceitos preconizados pelas normas técnicas e referências seguintes:

- [1] ASTM A36 – Standard specification for carbon structural steel;
- [2] ASTM A325 – Standard specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated Minimum Tensile Strength;
- [3] ABNT NBR 14762 – Dimensionamento de estruturas de aço construídas por perfis formados a frio – Procedimento;
- [4] AWS D1.1 – Structural welding code – steel;
- [5] Beer, F. P., Johnston Jr., E. R., “Resistência dos Materiais”, 3ª ed., Editora Makron Books, 1995;
- [6] Bragança Pinheiro, A. C. F., “Estruturas Metálicas: Cálculos, Detalhes, Exercícios e Projeto”, 2ª ed., Editora Blucher, 2012;
- [7] Santos, A. F., “Estruturas Metálicas: Projetos e Detalhes Para Fabricação”, 3ª ed., Editora McGRAW-HILL, 1977;
- [8] Pfeil, Walter, “Estruturas de aço”, 5ª ed., Rio de Janeiro, LTC, 1989;
- [9] Belli, I. H., “Interfaces Aço-Concreto, Manual de Construção em Aço – IBS”, Rio de Janeiro, 2006;
- [10] Catálogo Esab, “Soldagem com Eletrodos Revestidos”.

5. MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

ABNT 8800, Anexo A, itens A.2.3 (Tab. A.2) e A.4 (Tab. A.3).

Tabela 1 – Principais materiais utilizados nos projetos das estruturas metálicas

| Aplicação | Norma |
|---|---------------------------|
| Perfis/chapas: Aço Estrutural (Material) | ASTM A36 |
| Parafusos: Aço baixo carbono (Material) | ASTM A 325 |
| Parafusos (Dimensões) | AISI B 18.2.6 |
| Porcas/arruelas: Aço baixo carbono (Material) | ASTM A 325 |
| Porcas e arruelas (dimensões) | AISI B 18.2.6 |
| Eletrodos de soldagem | ASME SFA5.5 - E7018-A1H4R |

5.1. Propriedades dos Perfis, Chapas, Porcas e Arruelas de Aço ASTM A36.

ABNT 8800, Anexo A, item A.2.3 (Tab. A.2).

Limite de escoamento: $S_y=250$ MPa (25,5 kgf/mm²);
 Limite de Resistência: $S_u=400$ MPa (40,8 kgf/mm²);
 Módulo de Elasticidade: $E=206$ GPa (21006 kgf/mm²);
 Módulo de Rigidez: $G=79,7$ GPa (8129 kgf/mm²);
 Coeficiente de Poisson: $\nu=0,292$.

5.2. Propriedades dos Parafusos, Porcas e Arruelas de Aço ASTM A325.

ASTM A 325: ABNT 8800, Anexo A, item A.4 (Tab. A.3).

Limite de escoamento: $S_y=635$ MPa (63,5 kgf/mm²);
 Limite de Resistência: $S_u=825$ MPa (82,5 kgf/mm²).

5.3. Propriedades do Eletrodo E7018.

ASME SFA A5.1 – Catálogo ESAB.

Limite de escoamento: $S_y = 480$ MPa (4800 kgf/cm²);
 Limite de Resistência: $S_u = 570$ MPa (5700 kgf/cm²);

5.4. Composição Química dos Materiais

Tabela 2 – Composição Química do Aço ASTM A36 e do Eletrodo E7018 (% de peso).

| Material | C | Mn | P | S | Si | Ni | Cr | Cu |
|----------|------|------|-------|------|------|------|------|-----|
| ASTM A36 | 0,28 | 0,6 | 0,04 | 0,05 | 0,4 | - | - | 0,2 |
| E7018 | 0,07 | 0,87 | 0,015 | 0,01 | 0,61 | 0,02 | 0,03 | - |

6. DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE SEGURANÇA

Tabela 3 – Razão entre os limites de resistência e de escoamento do material

| Material | S_u/S_y | k1 | k2 | k3 | k4 | F.S. |
|--------------------|-----------|------|------|------|------|------|
| ASTM A 36 | 1,60 | 1,20 | 1,10 | 1,05 | 1,10 | 2,44 |
| ASTM A 325 TP 1 | 1,30 | 1,20 | 1,10 | 1,05 | 1,10 | 1,98 |

k1: Acabamento; k2: Confiabilidade; k3: Concentração de tensão; k4: Efeitos diversos.

Tabela 4 – Características de endurecimento do material

| Material | ka | kb | kc | kd | ke | kf | F.S. |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| ASTM A 36 | 0,85 | 0,75 | 0,87 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 2,50 |
| ASTM A TP 1 | 0,85 | 0,80 | 0,97 | 1,00 | 0,90 | 0,85 | 1,98 |

Ka: Acabamento; kb: Tamanho; kc: Confiabilidade; kd: Temperatura;
ke: Concentração de tensões; kf: Efeitos diversos.

Tabela 5 – Carregamentos característicos

| Material | Tipo de carga | | | F.S. |
|-----------|---------------|----------|----------|------|
| | Permanente | Dinâmica | Vibração | |
| ASTM A36 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 2,34 |
| ASTM A325 | - | - | - | 1,8 |

6.1. Fator de segurança considerado (mais conservador)

Com base nas metodologias apresentadas, descritas na literatura técnica e citadas nas tabelas 3, 4 e 5 deste documento, considerar-se-á o fator de segurança mais conservador, ou seja, a favor da segurança.

Tabela 6 – Fator de segurança considerado

| Material | F.S. |
|-------------------|------|
| ASTM A 36 | 2,50 |
| ASTM A 325 – TP 1 | 1,98 |

7. PREMISSAS DE PROJETO

- Os materiais serão considerados como novos, homogêneos e sem falhas como descontinuidades, lacunas ou distorções em sua estrutura cristalina;
- As tensões admissíveis, as tensões e esforços principais necessários ao dimensionamento das estruturas metálicas, conectores e soldas foram determinadas analiticamente de acordo com as normas e referências citadas no item 3;

8. MODELAGEM MATEMÁTICA DO PROBLEMA

Todas as Figuras utilizadas nas modelagens matemática dos problemas, diagramas de corpo livre das estruturas metálicas, conectores e soldas encontram-se também no projeto. Com base nestes modelos determinar-se-ão as reações de apoio os esforços solicitantes máximos necessários para o dimensionamento da respectiva estrutura.

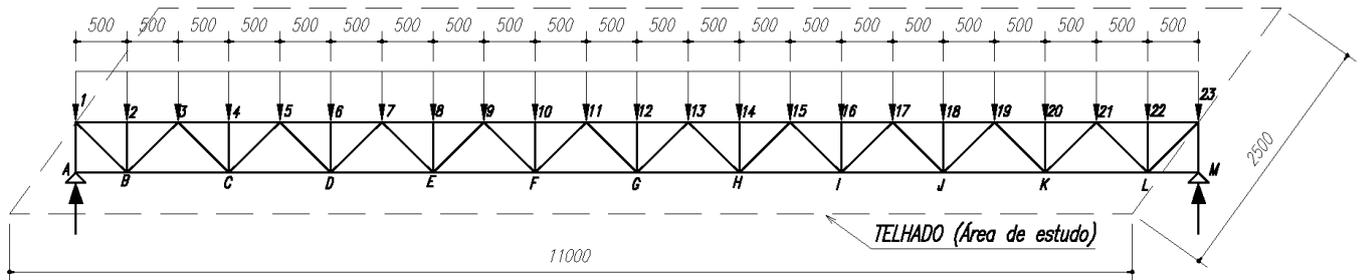


Figura 1 - Esquema geral de estudo.

- Área de estudo: (Vão entre terças) x (Comprimento das terças)

$$A_{est.} = 2,5m \cdot 10,92m \cong [27,3m^2]$$
- Telha sanduiche: Aço com lã de vidro, espessura 50mm

$$[P_{telha} = 12 \text{ kgf}/m^3]$$
- Peso de 1 telha: $[P_{telha} = 4,89 \text{ kgf}/m^2]$
- Peso da telha sanduiche: $P_{TS} = 2 \times 4,89 + 12 \times 35 \times 10^{-3} \cong [10 \text{ kgf}/m^2]$
- Sobrecarga: NB 14, anexo B: $[P_{SC} = 25 \text{ kgf}/m^2]$
- Carga devido à ação do vento: ABNT 6123, item 4.

Velocidade básica do vento norte/nordeste $\rightarrow [V_{SL} = 30m/s]$

Fator Topográfico $\rightarrow [S_1 = 1]$

Fator de Rugosidade $\rightarrow S_2 = bF_r \left(\frac{Z}{10}\right)^P = 0,85 \cdot 0,98 \cdot \left(\frac{11}{10}\right)^{0,125} \therefore [S_2 \cong 0,84]$

Fator Estatístico $\rightarrow [S_3 = 1]$

- Velocidade característica do vento: ABNT 6123, item 4.2, b.

$$V_k = V_o \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 = 30 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1 \therefore [V_k \cong 25,3m/s]$$

- Pressão dinâmica do vento: ABNT 6123, item 4.2, c.

$$q_v = 0,613V_k^2 = 0,613 \cdot (25,3)^2 \cong \frac{392N}{m^2} \therefore \left[q_v \cong \frac{39,2k_{gf}}{m^2} \right]$$

$$N_v = 1,4 \cdot q \cdot A = 1,4 \cdot \frac{39,2k_{gf}}{m^2} \cdot 27,3m^2 \therefore [N_v \cong 1500k_{gf}]$$

- Sucção devido ao vento

$$q_{sv} = q_v - P_{TS} - P_{SC} = 39,2 - 10 - 25 \therefore \left[q_{sv} \cong \frac{4,2k_{gf}}{m^2} \right] OK$$

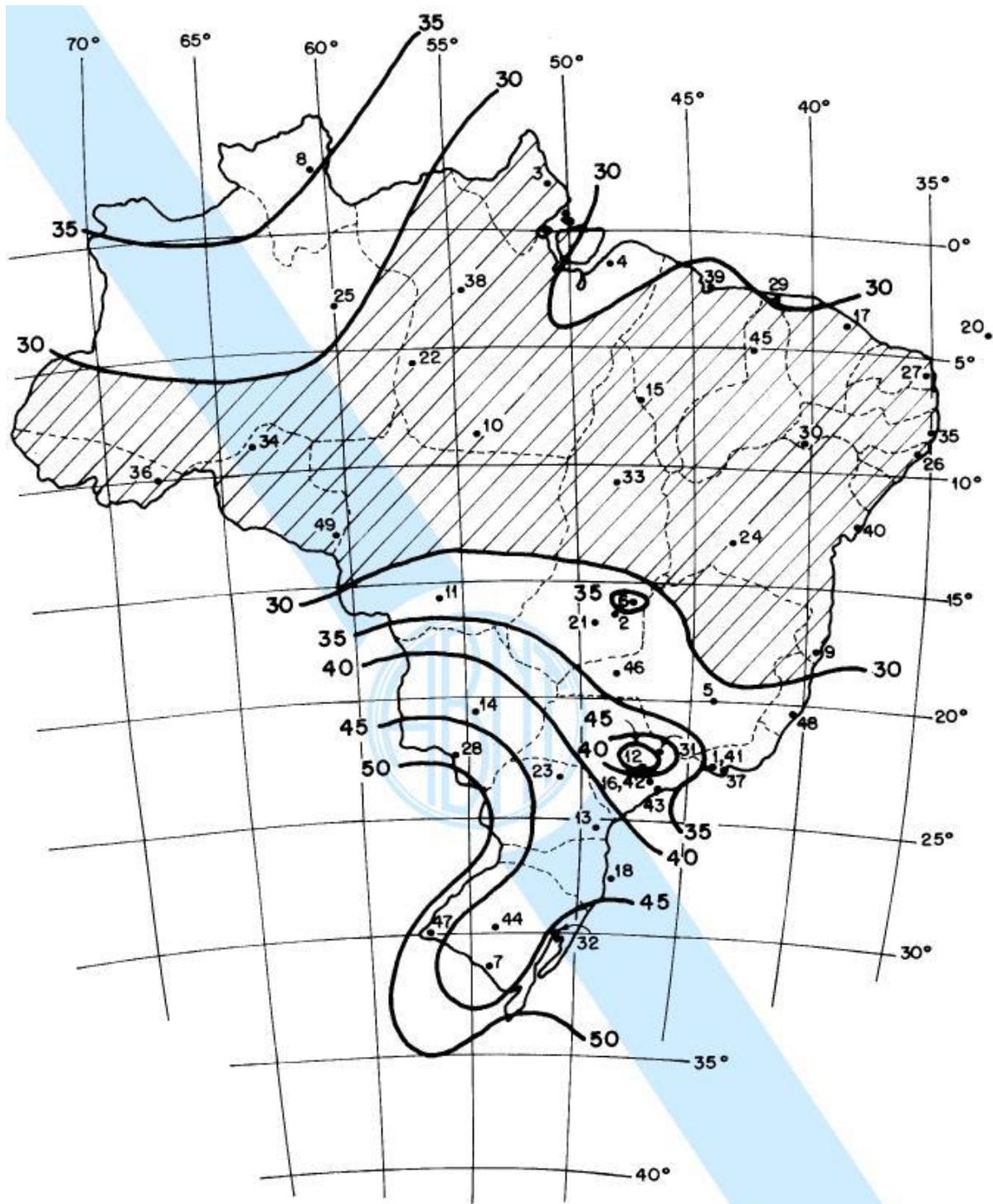


Figura 2 - Isopletas da velocidade básica do vento (m/s), NBR 6123.

➤ Peso da Terça: estimativa pela fórmula de pratt

$$P_{Ter.} = 2,3x(1 + 0,33L) = 2,3x(1 + 0,33 \cdot 10,92m) \cong \llbracket 10,6 \text{ kgf/m} \rrbracket$$

$$P_{Ter.} = 10,92m \times 10,6 \text{ kgf/m} \cong \llbracket 115,6 \text{ kgf} \rrbracket$$

- Verificação da terça: NB 14, item 4.8, e ABNT 14762, item 5.2.

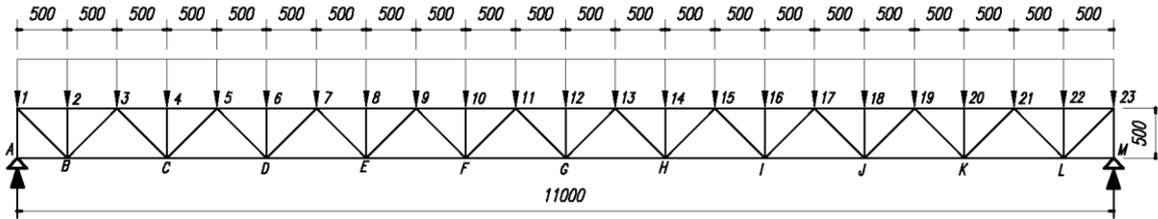


Figura 3 - Diagrama de corpo livre da terça.

- Carregamento distribuído (Estados Limite)

$$q = \frac{1,3 \cdot \left(A_{telha} \cdot \frac{P_{telha}}{m^2} + L_{viga} \cdot \frac{P_{viga}}{m} \right) + 1,5 \cdot (A_{telha} \cdot SC)}{L_{viga}}$$

$$q = \frac{FS}{1,3} \cdot \left[\left(\frac{\text{Peso da telha}}{27,5m^2 \cdot \frac{10k_{gf}}{m^2}} \right) + \left(\frac{\text{Peso da viga}}{115,6k_{gf}} \right) \right] + \frac{FS}{1,5} \cdot \left(\frac{\text{Sobrecarga}}{27,5m^2 \cdot \frac{25k_{gf}}{m^2}} \right) \cong \frac{140k_{gf}}{m}$$

- Carregamento distribuído (Critério de Resistência)

$$q = \frac{2,5 \cdot \left(A_{telha} \cdot \frac{P_{telha}}{m^2} + L_{viga} \cdot \frac{P_{viga}}{m} \right)}{L_{viga}}$$

$$q = \frac{FS}{2,5} \cdot \left[\left(\frac{\text{Peso da telha}}{27,5m^2 \cdot \frac{35k_{gf}}{m^2}} \right) + \left(\frac{\text{Peso da viga}}{115,6k_{gf}} \right) \right] \cong \frac{245k_{gf}}{m}$$

- Reações de apoio

$$R_A = R_M = \frac{245k_{gf} \cdot 11m}{2} \cong \llbracket 1347,5k_{gf} \rrbracket$$

- Distribuição da carga nos nós da treliça

$$R_i = \frac{1347,5 \cdot 2m}{23} \cong \llbracket 117k_{gf} \rrbracket$$

- Esforços nas barras

$$\curvearrowright M_{11} = \left(\frac{6737,5}{1347,5 \cdot 5} \right)_1 - \left(\frac{585}{117 \cdot 5} \right)_1 - \left(\frac{526,5}{117 \cdot 4,5} \right)_2 - \left(\frac{468}{117 \cdot 4} \right)_3 - \left(\frac{409,5}{117 \cdot 3,5} \right)_4$$

$$- \left(\frac{351}{117 \cdot 3} \right)_5 - \left(\frac{292,5}{117 \cdot 2,5} \right)_6 - \left(\frac{234}{117 \cdot 2} \right)_7 - \left(\frac{175,5}{117 \cdot 1,5} \right)_8 - \left(\frac{117}{117 \cdot 1} \right)_9$$

$$- F_{FG} \cdot 0,5 = 0 \therefore \llbracket F_{FG} \cong 7157k_{gf} \rrbracket$$

$$\begin{aligned} \approx M_G &= \left(\frac{7411,25}{1347,5 \cdot 5,5} \right)_1 - \left(\frac{643,5}{117 \cdot 5,5} \right)_1 - \left(\frac{585}{117 \cdot 5} \right)_2 - \left(\frac{526,5}{117 \cdot 4,5} \right)_3 - \left(\frac{468}{117 \cdot 4} \right)_4 \\ &\quad - \left(\frac{409,5}{117 \cdot 3,5} \right)_5 - \left(\frac{351}{117 \cdot 3} \right)_6 - \left(\frac{292,5}{117 \cdot 2,5} \right)_7 - \left(\frac{234}{117 \cdot 2} \right)_8 - \left(\frac{175,5}{117 \cdot 1,5} \right)_9 \\ &\quad - \left(\frac{117}{117 \cdot 1} \right)_{10} - \left(\frac{58,5}{117 \cdot 0,5} \right)_{11} + F_{11-12} \cdot 0,5 = 0 \\ &\therefore \llbracket F_{11-12} \cong -7100,5k_{gf} \rrbracket \end{aligned}$$

$$F_{11G} = \sqrt{(7100,5)^2 + (117)^2} \therefore \llbracket F_{11G} \cong -7101,5k_{gf} \rrbracket$$

$$\approx M_B = \left(\frac{673,75}{1347,5 \cdot 0,5} \right)_1 - \left(\frac{58,5}{117 \cdot 0,5} \right)_1 + F_{1-2} \cdot 0,5 = 0 \therefore \llbracket F_{1-2} \cong -1230k_{gf} \rrbracket$$

$$F_{1B} \cdot \cos 45^\circ = -F_{1-2} = 1230 \therefore \llbracket F_{1B} = 1740k_{gf} \rrbracket ; \llbracket F_{1A} = 1347,5k_{gf} \rrbracket$$

- Momento máximo na seção transversal central da terça

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{qL^2}{8} = \frac{245k_{gf} \cdot (11m)^2}{8} \cong \llbracket 3705k_{gf} \cdot m \rrbracket$$

- Inércia e Módulo Resistente mínimos admitidos da seção transversal central

$$I_{m\acute{i}n} = \frac{M_{m\acute{a}x} \cdot y}{\sigma_{adm}} = \frac{370500k_{gf} \cdot cm \cdot 25cm}{2500 k_{gf}/cm^2} \cong \llbracket 3705cm^4 \rrbracket$$

$$W_{min} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{\sigma_{adm}} = \frac{370500k_{gf} \cdot cm}{2500 k_{gf}/cm^2} \cong \llbracket 148cm^3 \rrbracket$$

- Inércia e Módulo Resistente da seção transversal central

$$I_X = \frac{bh^3}{12} = \frac{6 \cdot 50^3}{12} = \llbracket 62500cm^4 \rrbracket$$

$$W_X = \frac{I_X}{\bar{y}} = \frac{62500cm^4}{25cm} = \llbracket 2500cm^3 \rrbracket$$

- Flechas máxima e admissível

$$f_{m\acute{a}x} = \frac{5ql^4}{384EI} = \frac{5 \cdot 2,45 \frac{k_{gf}}{cm} \cdot (1100cm)^4}{384 \cdot 21 \cdot 10^5 \frac{k_{gf}}{cm^2} \cdot 62500cm^4} \cong \left[\begin{array}{c} \text{Margem de Segurança: } f_{m\acute{a}x} \cong 92\% \\ 0,4cm < f_{adm} = \frac{1100}{200} = 5cm \end{array} \right] OK$$

➤ Esforços normais

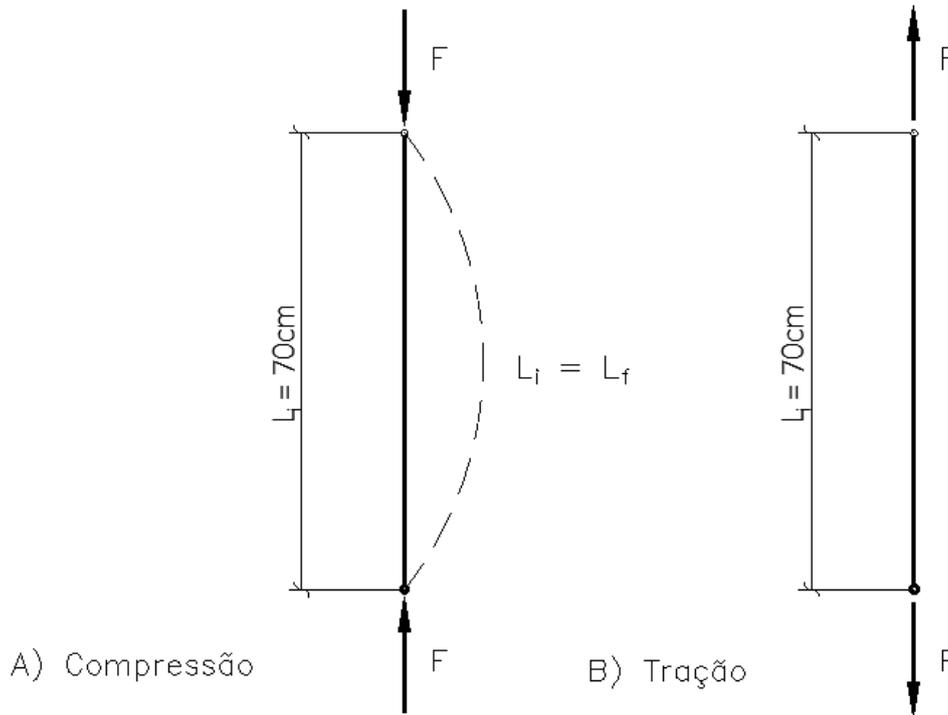


Figura 4 – Diagrama de corpo livre das barras compressão e tração.

✓ Tração: barra FG

$$\sigma_{FG} = \frac{7157}{3,85} \cong \left[\overbrace{1859 \frac{k_{gf}}{cm^2} < S_u = 4000 \frac{k_{gf}}{cm^2}}^{\text{Margem de Segurança: 46\%}} \right] OK$$

➤ Esbeltez-limite de peças tracionadas: ABNT NBR 14, Item 8.13.

$$U 60x40x3 \rightarrow \begin{cases} \lambda = 400 \text{ (Carga Permanente)} \\ \lambda = 250 \text{ (Carga Móvel)} \\ \lambda = 150 \text{ (Serviço Pesado)} \\ A = 3,85 cm^2; P = 3 k_{gf}/m \\ I_x = 22 cm^4; W_x = 7,35 cm^3 \rightarrow r_{\min} = 1,28 cm \end{cases}$$

$$F_{\max} = \left\{ \begin{array}{l} A \cdot S_y = 3,85 \cdot 2500 \cong 9625 k_{gf} \rightarrow \text{Escoamento} \\ A \cdot S_u = 3,85 \cdot 4000 \cong 15400 k_{gf} \rightarrow \text{Ruptura} \end{array} \right\} OK$$

✓ Compressão: barra 11G

$$[F_{11G} \cong -7101,5 k_{gf}]$$

✓ Comprimento efetivo de flambagem: (barra birotulada)

$$L_f = L_o \cong 70 cm$$

✓ Tensão de flambagem admissível

$$\lambda = \frac{L_f}{i_{\min}} = \frac{70 cm}{1,28 cm} \therefore \lambda \cong 55 \rightarrow \left[\overbrace{\sigma_{fl} = 1607 \frac{k_{gf}}{cm^2}}^{\text{Valor da Tabela}} \right]$$

$$\sigma_{fl} = 1750 - 0,047 \times 55^2 \cdot \left[\overbrace{\sigma_{fl} \cong 1608 \frac{k_{gf}}{cm^2} < \sigma_{11G} = \frac{7101,5}{3,85} \cong 1845 \frac{k_{gf}}{cm^2}}^{\text{Valor Calculado; Margem de segurança: -13\%}} \right]$$

✓ Carga crítica da barra

$$P_{crit} = A \cdot \sigma_{fl} = 3,85 cm^2 \cdot 1608 \frac{k_{gf}}{cm^2} \cong \left[\overbrace{6191 k_{gf} < P_{11G} = 7101,5 k_{gf}}^{\text{Margem de segurança: -13\%}} \right]$$

Obs.: Os resultados negativos relativos às tensões e carga crítica não trazem qualquer risco para a estrutura, visto que o fator de segurança foi majorado em 250% sobrando ainda uma margem excepcional de (237%) de segurança. Isto devido o método de cálculo utilizado (Método de Resistência), que eleva consideravelmente os valores das cargas solicitantes. Enquanto os estados limites majora a carga em torno de 45%, o método de resistência majora em 150%.

➤ Verificação das plataformas

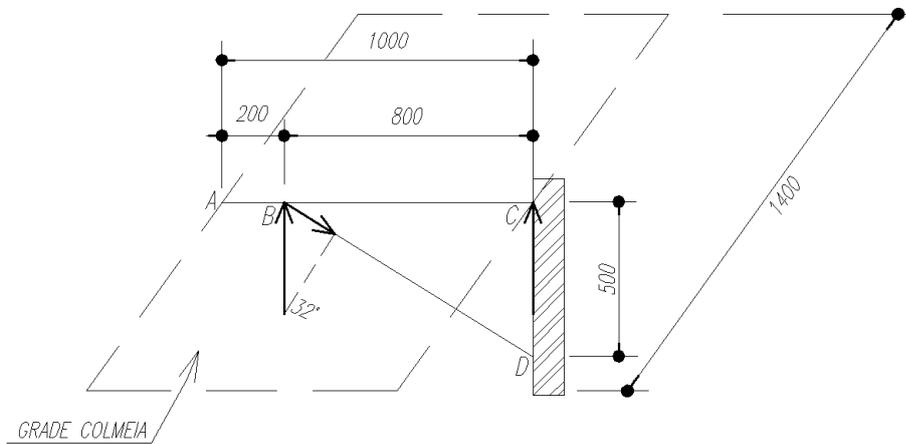


Figura 5 - Diagrama de corpo livre das plataformas.

➤ Área de estudo: (Vão entre mão francesa) x (Comprimento da mão francesa)

$$A_{est.} = 1,4m \cdot 1,0m \cong \left[\mathbf{1,4m^2} \right]$$

➤ Grade de aço galvanizado tipo colmeia, espessura 30mm

$$\left[P_{grelha} = 35 k_{gf}/m^2 ; V\tilde{a}o = 1400mm ; Capacidade = 659 k_{gf}/m^2 \right]$$

$$P = 1,4m^2 \cdot \frac{2,5(2 \cdot 80k_{gf} + 35k_{gf})}{m^2} \cong \left[\mathbf{610k_{gf}} \right]$$

$$\left[\mathbf{q \cong 610 k_{gf}/m^2} \right]$$

$$R_B + R_C = 610k_{gf} ; M_C = R_B \cdot 80 - 610 \cdot 50 \cong 0$$

$$\left[\mathbf{R_B = 381,25k_{gf} ; R_C = 228,75k_{gf} ; BD = \sqrt{80^2 + 50^2} \cong 94cm} \right]$$

$$M_{m\acute{a}x} = 228,25 \cdot 40 - 6,1 \cdot 40 \cdot 20k_{gf} \cong \left[\mathbf{4250k_{gf} \cdot cm} \right]$$

$$I_{m\acute{i}n} = \frac{4250k_{gf}cm \cdot 3cm}{2500 k_{gf}/cm^2} \cong \left[\mathbf{5cm^4} \right]$$

$$W_{m\acute{i}n} = \frac{4250k_{gf}cm}{2500 k_{gf}/cm^2} \cong \left[\mathbf{1,7cm^3} \right]$$

$$U 60x40x1,5 \rightarrow \begin{cases} A = 2cm^2 ; P = 1,58 k_{gf}/m \\ I_x = 12cm^4 ; W_x = 4cm^3 \end{cases} \rightarrow r_{m\acute{i}n} = 1,3cm$$

$$F_{BD} = -381,25 \cdot \cos 58 \cong \llbracket 202 k_{gf} \rrbracket$$

$$\lambda = \frac{94cm}{1,3cm} \cong 72 \rightarrow \left[\overbrace{\sigma_{fl} = 1505 k_{gf}/cm^2}^{\text{Valor Tabelado}} > \sigma_{BD} \frac{202}{2} \cong 101 k_{gf}/cm^2 \right] OK$$

Valor Calculado; Margem de segurança: -13%

$$\sigma_{fl} = 1750 - 0,047x72^2 \therefore \left[\sigma_{fl} \cong 1506 \frac{k_{gf}}{cm^2} > \sigma_{BD} = 101 k_{gf}/cm^2 \right]$$

$$P_{crit} = A \cdot \sigma_{fl} = 2cm^2 \cdot 1505 k_{gf}/cm^2 \cong \llbracket 3010 k_{gf}/cm^2 > 202 k_{gf} \rrbracket OK$$

9. SOLDAS

ABNT 8800, Item 6.2.2.2 (solda de filete).

9.1. Processo

Eletrodo revestido e filete 5mm: ABNT 8800, Item 6.2.6.2.1.

9.2. Tipo

Eletrodo E7018, revestimento básico de fluoreto de cálcio, com adição de aproximadamente 30% de pó de ferro, média penetração, corrente alternada e corrente contínua ao polo negativo (-) ou polo positivo (+). Usar eletrodo revestido de 1/8".

ABNT 8800, Anexo A, item A.5, Tab. A.4.

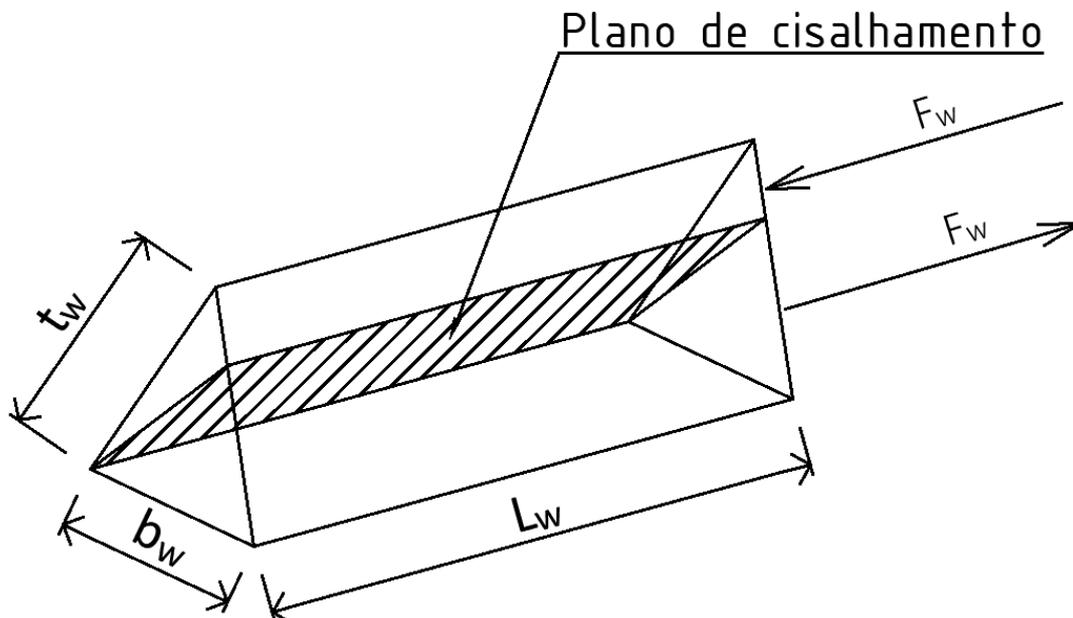


Figura 6 - Diagrama de corpo livre de solicitações em soldas.

$$E7018 \rightarrow \begin{cases} \text{Resistência à tração: } f_w = 600MPa \\ \text{Resistência ao escoamento: } (f_y)_w = 531MPa \end{cases}$$

$$\tau_w = \gamma \cdot \phi \cdot (f_y)_w \rightarrow \begin{cases} \tau_w = 0,5 \times 0,9 \times 5310 k_{gf}/cm^2 \\ \tau_w \cong 2390 k_{gf}/cm^2 \text{ ou } \tau_w = 239MPa \end{cases}$$

γ é o fator de segurança de solda, e ϕ é o fator de correção do material.

- Resistência por unidade de comprimento: ABNT 8800, item 6.2.5.1.

Lado "a" do Filete de Solda: $a = \sqrt{b^2 + b^2} = \sqrt{5^2 + 5^2} \cong \llbracket 7,07mm \rrbracket$

Garganta da Solda: $t = \sqrt{b^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{6^2 - \left(\frac{7,07}{2}\right)^2} \cong \llbracket 4,85mm \rrbracket$

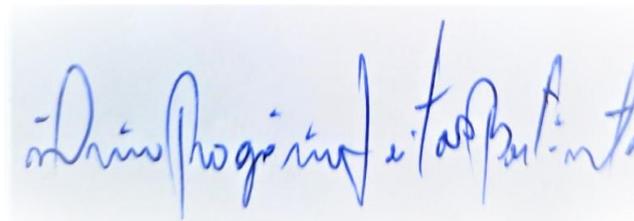
$R_L = L \cdot t \cdot \tau_w \cong 1cm \cdot 0,485cm \cdot 2390 \frac{kgf}{cm^2} \cong \llbracket 1160 \frac{kgf}{cm} \rrbracket$

- Comprimento mínimo do cordão de solda por tonelada

$L_{mín} = \frac{R}{t \cdot \tau_w} = \frac{1000kgf}{0,485cm \cdot 2390 kgf/cm^2} \cong \llbracket 1 cm/t \rrbracket$

10. CONCLUSÕES

- Toda a estrutura foi verificada quanto às suas solicitações exigidas e capacidades máximas e admissíveis segundo as normas e referências existentes e citadas;
- Foram adotados os Fatores de Segurança: FS=1,3 (Peso próprio), FS=1,5 (Sobrecarga) e FS=1,95 (Eletrodo AWS E7018);
- A estrutura mostra-se estável e segura se seguidos os cálculos e recomendações deste documento.



Resp. Técnico: Silvio Rogério De Freitas Batista, Eng.Mec, CREA RNP:1112114-71-8