

MEMORIAL DE CÁLCULO



DESCRIÇÃO:

COBERTURA BLOCO 01

LOCAL:

PREFEITURA MUNICIPAL DE ANITA GARIBALDI

DOCUMENTO:

001049002007202602-00

Razão Social: **Prefeitura Municipal de Anita Garibaldi/SC**

CNPJ: 82.777.335/0001-35

Endereço: Praça Paulino Granzotto, nº 20, Centro

CEP:88590-000

Sumário

1. INFORMAÇÕES GERAIS	3
1.1. DADOS CADASTRAIS	3
1.2. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS.....	4
1.3. CONTROLE E REVISÃO	4
2. OBJETO.....	5
3. NORMAS TÉCNICAS ADOTADAS	5
4. DADOS GERAIS DA ESTRUTURA	6
4.1. Identificação da Obra.....	6
4.2. DADOS.....	6
5. PERFIS E PROPRIEDADES	7
5.1. Tesoura.....	7
5.2. Terças	7
6. AÇÕES DE CÁLCULO	8
6.1. Carga linear nas tesouras	8
6.2. Análise da tesoura	9
7. CÁLCULO DAS TERÇAS	10
7.1. Peso próprio	10
7.2. Carga linear de vento	10
7.3. Terça sem reforço intermediário	10
7.4. Terça com reforço intermediário.....	11
8. CONTRAVENTAMENTO	12
8.1. Barra maciça de 20 mm	13
8.2. Barra rosqueada M24.....	13
9. CLASSIFICAÇÃO FINAL	14
10. CONCLUSÃO	15

11. ANEXOS.....	16
-----------------	----

1. INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. DADOS CADASTRAIS

CLIENTE	ELABORAÇÃO
PREFEITURA MUNICIPAL DE ANITA GARIBALDI/SC PRAÇA PAULINO GRANZOTTO, Nº 20	FOXY ENGENHARIA LTDA. RUA PADRE FEIJÓ, 158 APT02

CENTRO – ANITA GARIBALDI - SC
CNPJ: 82.777.335/0001-35
CEP: 88590-000
TEL.: (49) 9 8847-4758

SANTA RITA CEP: 88503-070, LAGES - SC
CNPJ: 47.397.951/0001-00
CNAE: 7112000
TEL.: (49) 98911-6292
EMAIL: eng.elivelton.foxyengenharia@gmail.com

1.2. RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

REGISTRO	ENGENHEIRO
CREA	Elivelton D. Hamera CREA 167305-6

1.3. CONTROLE E REVISÃO

REVISÃO	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL	DATA
1	001	Elivelton D. Hamera	17/08/26

2. OBJETO

Este memorial tem por objeto apresentar o cálculo e a verificação estrutural da cobertura metálica destinada a depósito, com dimensões aproximadas de 29,00 m de comprimento por 9,00 m de largura, constituída por oito tesouras metálicas, terças formadas a frio e sistema de contraventamento.

São apresentadas as premissas de cálculo, características geométricas, materiais e perfis empregados, ações permanentes e de vento, combinações de carregamento, esforços solicitantes, deslocamentos e verificações dos elementos estruturais.

Também são analisadas as terças com perfil U $100 \times 50 \times 17 \times 3,00$ mm, as diagonais das tesouras, os banzos, montantes e o sistema de contraventamento em X, incluindo a avaliação das barras, esticadores, ligações e reações transmitidas aos apoios.

O documento tem como finalidade registrar as condições consideradas no dimensionamento e verificar a compatibilidade dos elementos estruturais com as solicitações previstas para a estrutura. As ligações, ancoragens, contraventamentos e demais detalhes construtivos deverão ser executados conforme o projeto estrutural, especificações técnicas e critérios estabelecidos pelo engenheiro responsável.

3. NORMAS TÉCNICAS ADOTADAS

O dimensionamento e as verificações estruturais foram desenvolvidos com base nas seguintes normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

- **ABNT NBR 8800:2024** – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.
- **ABNT NBR 6123:2023** – Ações do vento em edificações.
- **ABNT NBR 6120:2019** – Ações para o cálculo de estruturas de edificações.
- **ABNT NBR 8681:2025** – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento.
- **ABNT NBR 14762:2010** – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio (aplicada às verificações dos perfis formados a frio, quando pertinente).

4. DADOS GERAIS DA ESTRUTURA

4.1. Identificação da Obra

Item	Descrição
Obra	Bloco 1 – Prefeitura Municipal de Anita Garibaldi
Cliente	Prefeitura Municipal de Anita Garibaldi
Local	Anita Garibaldi – SC
Finalidade	Cobertura metálica para estacionamento de veículos

4.2. DADOS

Item	Valor adotado
Comprimento da cobertura	29,00 m
Largura transversal	9,00 m
Número de tesouras	8
Número de vãos longitudinais	7
Espaçamento entre tesouras	4,143 m
Espaçamento entre terças	1,20 m
Vão livre da tesoura	9,00 m
Material estrutural	Aço ASTM A36
Tensão de escoamento	$f_y = 250 \text{ MPa}$
Módulo de elasticidade	$E = 200.000 \text{ MPa}$
Coeficiente de ponderação da resistência	$\gamma_a = 1,10$

5. PERFIS E PROPRIEDADES

5.1. Tesoura

Os banzos superior e inferior foram considerados como U 100 × 40 × 2,65 mm. Os montantes internos foram considerados como U 75 × 38 × 2,65 mm. As diagonais principais foram substituídas pelo perfil de 75 mm, com as propriedades fornecidas:

Propriedade da diagonal	Valor adotado
Área da seção transversal, A	4,35412 cm ² = 435,412 mm ²
Momento de inércia em relação ao eixo x, I _x	37,72318 cm ⁴
Momento de inércia em relação ao eixo y, I _y	6,87144 cm ⁴
Raio de giração mínimo, r _y	1,25624 cm = 12,5624 mm
Peso linear	3,41798 kg/m

5.2. Terças

Foram adotadas terças em perfil U 100 × 50 × 17 × 3,00 mm, considerando as propriedades fornecidas:

Propriedade da terça	Valor adotado
Área da seção transversal, A	6,42823 cm ²
Momento de inércia em relação ao eixo x, I _x	99,18389 cm ⁴
Momento de inércia em relação ao eixo y, I _y	21,69924 cm ⁴
Módulo resistente em relação ao eixo x, W _x	19,83678 cm ³
Módulo resistente em relação ao eixo y, W _y	6,73087 cm ³
Constante de torção, I _t	0,1922 cm ⁴
Constante de empenamento, I _w	479,88992 cm ⁶

Raio de giração em relação ao eixo x, rx	3,92803 cm
Raio de giração em relação ao eixo y, ry	1,83729 cm
Peso linear	5,04616 kg/m

6. AÇÕES DE CÁLCULO

A velocidade característica adotada para o cálculo é:

$$V_k = 45,00 \times 0,74 = 33,30 \text{ m/s}$$

A pressão dinâmica adotada foi:

$$q = 0,613 \frac{V_k^2}{1000}$$

$$q = 0,613 \frac{33,30^2}{1000} = 0,67975 \text{ kN/m}^2$$

Para o cálculo das terças, adota-se a seguinte pressão de cobertura:

$$p_c = 0,73598 \text{ kN/m}^2$$

Para o contraventamento global, adota-se a seguinte pressão líquida:

$$p_l = 0,67975 \times 1,70 = 1,15557 \text{ kN/m}^2$$

6.1. Carga linear nas tesouras

Carga permanente linear adotada:

$$q_G = 0,150 \times 4,143 = 0,621 \text{ kN/m}$$

Carga de vento linear:

$$q_W = 0,73598 \times 4,143 = 3,049 \text{ kN/m}$$

Combinação permanente majorada:

$$q_{G,d} = 1,35 \times 0,621 = 0,839 \text{ kN/m}$$

Combinação de vento majorada:

$$q_{W,d} = 1,50 \times 3,049 = 4,574 \text{ kN/m}$$

6.2. Análise da tesoura

A tesoura de 9,00 m foi analisada como treliça plana, com nós articulados e cargas nodais equivalentes às cargas lineares acima. O modelo forneceu os seguintes esforços máximos na combinação de vento:

Elemento	Esforço máximo	Resistência de cálculo	Índice de utilização	Situação
Banzo superior	82,31 kN	142,71 kN	0,58	Atende
Banzo inferior	82,03 kN	143,70 kN	0,57	Atende
Diagonal de 75 mm	35,01 kN	49,50 kN	0,71	Atende
Montante	20,58 kN	143,25 kN	0,14	Atende
Barra K	16,44 kN	55,02 kN	0,30	Atende

O índice de utilização foi calculado por:

$$U = \frac{N_d}{N_R}$$

Exemplo para a diagonal:

$$U_D = \frac{35,01}{49,50} = 0,71 < 1,00$$

Os deslocamentos máximos calculados foram:

Caso Deslocamento

Carga permanente 2,40 mm

Vento 11,77 mm

A reação de sucção majorada por apoio da tesoura interna foi calculada por:

$$R = \frac{q_{w,d} \times 9,00}{2}$$
$$R = \frac{4,574 \times 9,00}{2} = 20,58kN$$

Resultado da tesoura: os elementos estruturais atendem aos esforços solicitantes considerados, apresentando índices de utilização inferiores a 1,00. As verificações realizadas contemplam as condições de resistência e estabilidade consideradas no dimensionamento, devendo a execução observar os perfis, materiais, ligações, condições de apoio e demais características estabelecidas no projeto estrutural.

7. CÁLCULO DAS TERÇAS

7.1. Peso próprio

$$g = 5,04616 \times 9,81/1000 = 0,0495kN/m$$

7.2. Carga linear de vento

Com espaçamento tributário de 1,20 m:

$$w_w = 0,73598 \times 1,20 + 0,0495$$

$$w_w = 0,9327kN/m$$

Carga majorada:

$$w_d = 1,50 \times 0,9327 = 1,3990kN/m$$

7.3. Terça sem reforço intermediário

Vão entre tesouras:

$$L = 4,143m$$

Momento máximo para viga simplesmente apoiada:

$$M_d = \frac{w_d L^2}{8}$$
$$M_d = \frac{1,3990 \times 4,143^2}{8} = 3,00 \text{ kN.m}$$

Esforço cortante:

$$V_d = \frac{w_d L}{2} = \frac{1,3990 \times 4,143}{2} = 2,90 \text{ kN}$$

Tensão de flexão:

$$\sigma = \frac{M_d}{W_x}$$
$$\sigma = \frac{3,00 \times 10^6}{19.836,78} = 151,3 \text{ MPa}$$

Índice de tensão:

$$U_\sigma = \frac{151,3}{250} = 0,61 < 1,00$$

Flecha calculada:

$$\delta = 27,05 \text{ mm}$$

Limite de serviço adotado:

$$\delta_{lim} = L/240 = 4.143/240 = 17,26 \text{ mm}$$

Comparação:

$$27,05 > 17,26 \text{ mm}$$

Resultado sem reforço: atende à tensão, mas não atende à flecha.

7.4. Terça com reforço intermediário

Com o reforço intermediário, o vão efetivo é aproximadamente:

$$L_r = 4,143/2 = 2,071 \text{ m}$$

Momento:

$$M_{d,r} = \frac{1,3990 \times 2,071^2}{8} = 0,75kN \cdot m$$

Tensão:

$$\sigma_r = \frac{0,75 \times 10^6}{19.836,78} = 37,83MPa$$

Índice:

$$U_r = 37,83/250 = 0,15 < 1,00$$

Flecha:

$$\delta_r = 1,69mm$$

Limite:

$$\delta_{lim,r} = 2.071/240 = 8,63mm$$

Comparação:

$$1,69 < 8,63mm$$

Resultado com reforço: o elemento atende aos critérios de resistência e deformação considerados, apresentando tensão e flecha compatíveis com os limites adotados, desde que o reforço seja executado conforme o detalhamento estrutural e apresente ligação adequada ao elemento existente.

8. CONTRAVENTAMENTO

Foi adotado contraventamento em X nos dois vãos extremos: T1–T2 e T7–T8.

A área de fachada utilizada foi:

$$A_f = 29,00 \times 3,08 = 89,32m^2$$

Força horizontal global:

$$F_h = 1,15557 \times 89,32 = 103,22kN$$

Divisão entre os dois painéis:

$$F_p = 103,22/2 = 51,61kN$$

Comprimento geométrico da diagonal do painel:

$$l_d = \sqrt{4,143^2 + 9,00^2} = 9,908m$$

Ângulo aproximado:

$$\theta = \arctan(9,00/4143) = 65,28^\circ$$

Força axial na diagonal ativa:

$$N_d = F_p / \sin(65,28^\circ)$$

$$N_d = 51,61 / 0,90838 = 56,81kN$$

Área mínima requerida à tração:

$$A_{req} = N_d \gamma_a / f_y$$

$$A_{req} = 56,810 \times 1,10 / 250 = 249,98mm^2 = 2,50cm^2$$

8.1. Barra maciça de 20 mm

$$A_g = \pi 20^2 / 4 = 314,16mm^2$$

$$N_{Rd} = 314,16 \times 250 / 1,10 = 71,40kN$$

$$U = 56,81 / 71,40 = 0,80$$

Resultado: atende pela área bruta.

8.2. Barra rosqueada M24

Adotando área resistente de 353 mm²:

$$N_{Rd} = 353 \times 250 / 1,10 = 80,23kN$$

$$U = 56,81 / 80,23 = 0,71$$

Resultado: atende à tração.

9. CLASSIFICAÇÃO FINAL

Elemento	Situação
Banzos da tesoura	Atendem , com índices de utilização entre 0,57 e 0,58
Montantes	Atendem aos esforços solicitantes considerados
Diagonal de 75 mm da tesoura	Atende , com índice de utilização de 0,71
Deslocamentos da tesoura	Atendem ao limite adotado, com deslocamento máximo de 11,77 mm
Terça com reforço intermediário	Atende aos critérios de tensão e flecha considerados
Contraventamento com M24 rosqueado	Atende à solicitação de tração considerada
Diagonal comprimida do contraventamento	Deve ser considerada conforme a condição de travamento e estabilidade definida no projeto
Ligações e ancoragens	Devem ser executadas conforme o detalhamento estrutural e as solicitações de cálculo

10. CONCLUSÃO

Com as premissas e condições de cálculo estabelecidas neste memorial, a tesoura com vão de 9,00 m atende aos critérios de resistência dos banzos, montantes e diagonais analisados. A terça U 100 × 50 × 17 × 3,00 mm atende ao critério de resistência à tensão. Com a utilização do reforço intermediário, a terça atende também ao limite de flecha adotado.

Para o sistema de contraventamento, considera-se uma força de 56,81 kN por diagonal ativa. A barra M24 rosqueada atende à solicitação de tração. A diagonal comprimida apresenta condição resistente associada à configuração de travamento adotada.

O sistema estrutural é constituído pelos elementos dimensionados e verificados neste memorial, incluindo tesouras, terças, contraventamentos, esticadores, chapas, soldas, parafusos, apoios e ancoragens, devendo sua execução observar as dimensões, materiais, perfis e detalhes estabelecidos no projeto estrutural.

11. ANEXOS









