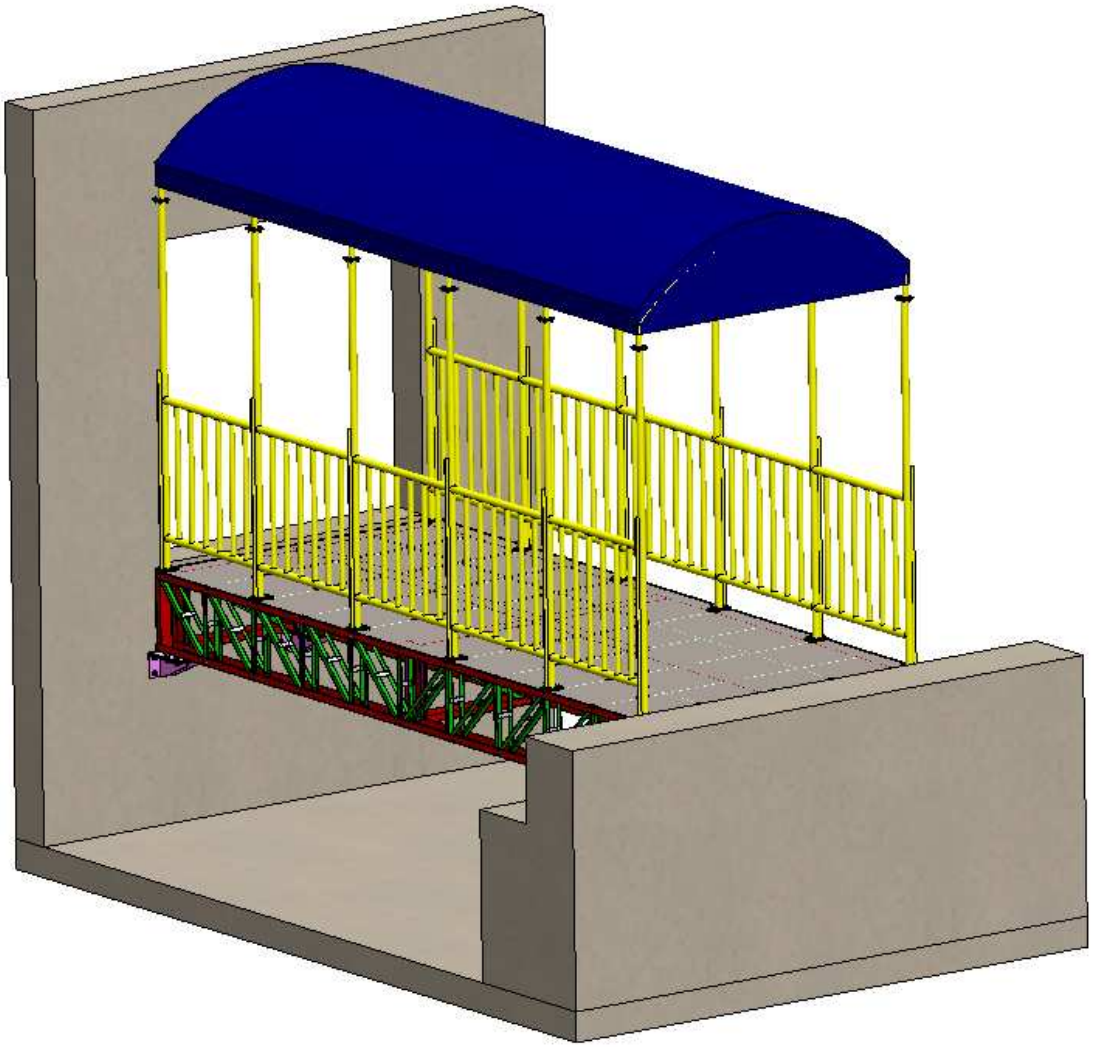
**MEMORIAL DE CÁLCULO**

**PASSARELA METÁLICA PARA TRÂNSITO DE PEDESTRES**

**LOCAL DA OBRA:** Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Cornélio Procópio / PR

**CLIENTE:** UTFPR-CP

**Engenheiro mecânico: Wesley Porcinelli Pelissari Crea/PR: 202.859-D**



## 1. OBJETIVO

Este memorial de cálculo tem por objetivo apresentar os critérios técnicos adotados para o dimensionamento estrutural de uma passarela metálica para trânsito de pessoas, incluindo estrutura principal em treliça, sistema de piso, guarda-corpo, cobertura em lona tipo toldo e dispositivos de apoio, garantindo segurança, funcionalidade, durabilidade e conformidade com as normas técnicas brasileiras vigentes.

## 2. DADOS GERAIS DO PROJETO

**Tipo de estrutura:** Passarela metálica para pedestres

**Uso**: Circulação de pessoas (ambiente universitário)

**Dimensões em planta**:

Largura: 2,20 m

Comprimento: 5,20 m

**Sistema estrutural:**

-03 treliças metálicas paralelas

-Piso metálico em chapa xadrez 4,76mm

-Guarda-corpo metálico

-Cobertura tipo toldo em arco com lona

## 3. NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

- ABNT NBR 8800 – Projeto de estruturas de aço
- ABNT NBR 14762 – Estruturas de aço formadas a frio
- ABNT NBR 6120 – Ações para o cálculo de estruturas
- ABNT NBR 6123 – Forças devidas ao vento
- ABNT NBR 9050 – Acessibilidade e segurança em guarda-corpos

## 4. SISTEMA ESTRUTURAL ADOTADO

A passarela é composta por três treliças metálicas longitudinais, trabalhando em paralelo, responsáveis pela resistência às cargas verticais. As treliças possuem:

- Banzos superior e inferior em perfil U conformado a frio
- Diagonais e montantes em cantoneiras duplas paralelas
- Travessas metálicas transversais apoiadas sobre as treliças, responsáveis pela sustentação do piso

## 5. HIPÓTESES DE CARREGAMENTO

### 5.1 Carga de utilização (pedestres)

Conforme **ABNT NBR 6120**, para passarelas de uso público:

$qu = 5,0kN/m^2$

### 5.2 Peso próprio estimado

- Estrutura metálica (treliças + travessas): **≈ 0,8 kN/m²**
- Piso metálico em chapa xadrez: **≈ 0,41 kN/m²**
- Guarda-corpo metálico: **≈ 0,16 kN/m²**
- Cobertura tipo toldo (estrutura + lona): **≈ 0,18 kN/m²**

$g = 1,55kN/m^2$

### 5.3 Carga total considerada

$qtotal = g + qu = 1,55 + 5,0 = 6,55kN/m^2$

Área da passarela:

$A = 2,20 \times 5,20 = 11,44m^2$

Carga total aproximada:

$total = gxA > 6,55x11,44 = 74,932kN$

## 7. APOIOS E DILATAÇÃO TÉRMICA

### 7.1 Configuração dos apoios

- Um lado da passarela apoiado em **console metálico tipo “mão francesa”**
- Outro lado fixado estruturalmente
- Cada treliça possui **um apoio móvel independente**

### 7.2 Dilatação térmica

Considerando:

- Comprimento ≈ 5,20 m
- Coeficiente do aço:
  $\alpha = 12{\times}10 - 6/°C$
- Variação térmica estimada: ΔT = 40 °C
  $\Delta L{\approx}2,5mm$

A dilatação térmica é absorvida pelo **apoio por gravidade**, sem travamento longitudinal.

## 8. GUARDA-CORPO

- Altura mínima: **1,10 m**
- Carga horizontal normativa:

$1,0kN/m$

- Espaçamento entre montantes: **0,89 m**
- Material:
  - Tubos de aço carbono (corrimão e montantes)
- Atende integralmente à **ABNT NBR 9050**

## 9. AÇÃO DO VENTO

A ação do vento foi considerada conforme ABNT NBR 6123, adotando:

- Velocidade básica do vento para Cornélio Procópio – PR:

$V0 = 45m/s$

As cargas de vento atuam principalmente sobre:

- Guarda-corpo
- Cobertura tipo toldo

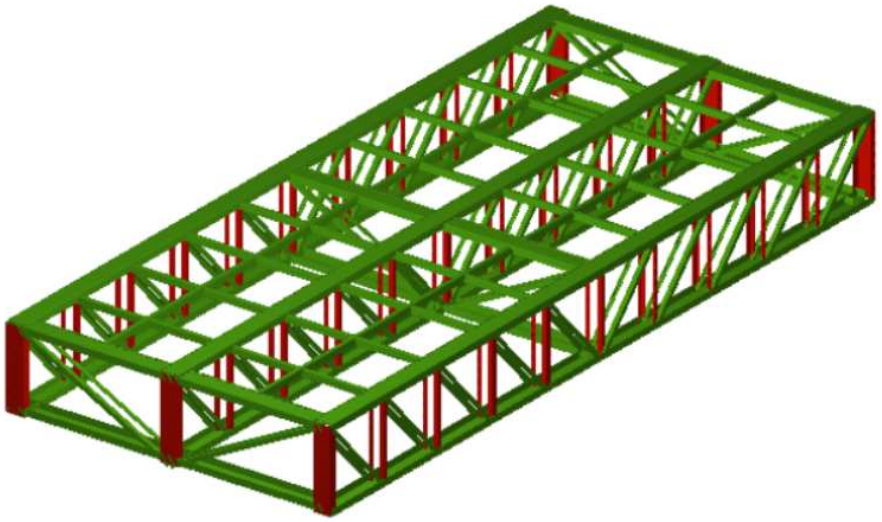
Esses esforços foram absorvidos pelo conjunto estrutural da passarela e seus sistemas

## 10. ANÁLISE ESTRUTURAL COMPUTACIONAL

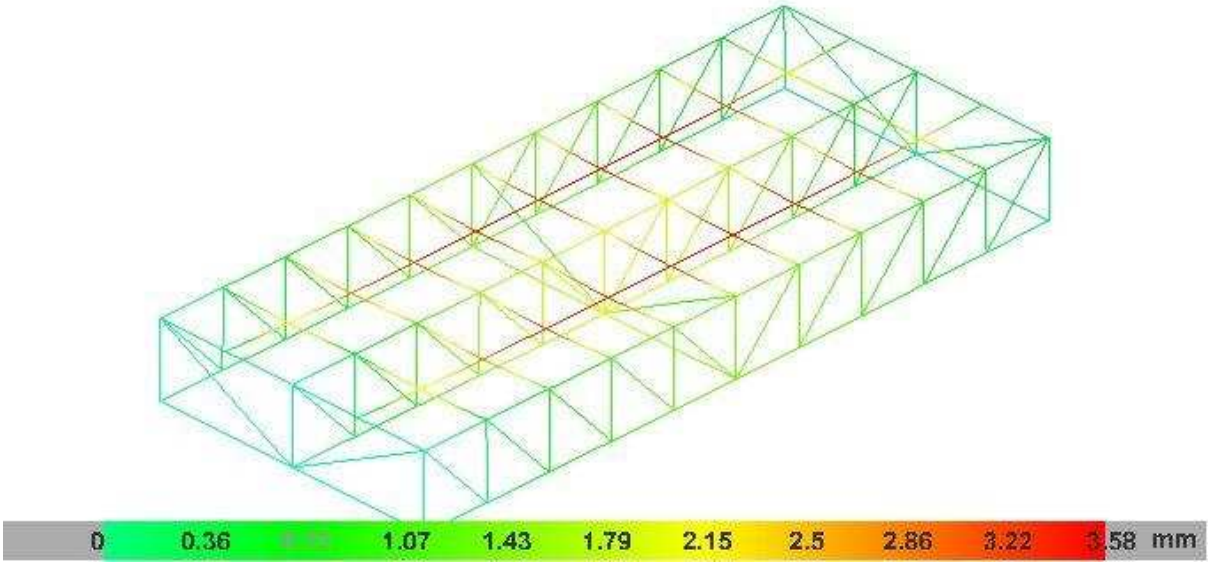
A análise estrutural da passarela metálica foi realizada por meio de modelo computacional tridimensional, utilizando o software CYPECAD, considerando comportamento elástico-linear, conforme prescrições da ABNT NBR 8800.

O modelo incluiu:

- Geometria real da passarela
- Treliças metálicas com seções equivalentes
- Apoios fixos e móveis conforme detalhamento executivo
- Aplicação das ações permanentes, variáveis e de vento
- Combinações de ações para ELU e ELS



Modelo estrutural:Cypecad




Deformada com isovalores: Cypecad

Verificação de Deformações (Estado Limite de Serviço – ELS)

A estrutura da passarela metálica foi verificada quanto aos deslocamentos verticais máximos, considerando as combinações de ações previstas para o Estado Limite de Serviço (ELS), conforme recomenda a ABNT NBR 8800.

A partir da análise estrutural realizada em software de cálculo, foi obtido deslocamento vertical máximo (flecha) de aproximadamente 3,58 mm, ocorrido na região central do vão da passarela.

Para efeito de verificação, adotou-se como critério de flecha admissível o limite de L/250, recomendado pela ABNT NBR 8800 para elementos estruturais submetidos a carregamentos permanentes e variáveis de uso corrente. Considerando o vão total da passarela de 5.200 mm, resulta:

$$fadm = \frac{L}{250} = \frac{5200}{250} = 20,8mm$$

Comparando-se o deslocamento obtido na análise com o valor limite admissível, verifica-se que:

$$fcalc = 3,84mm < fadm = 20,8mm$$

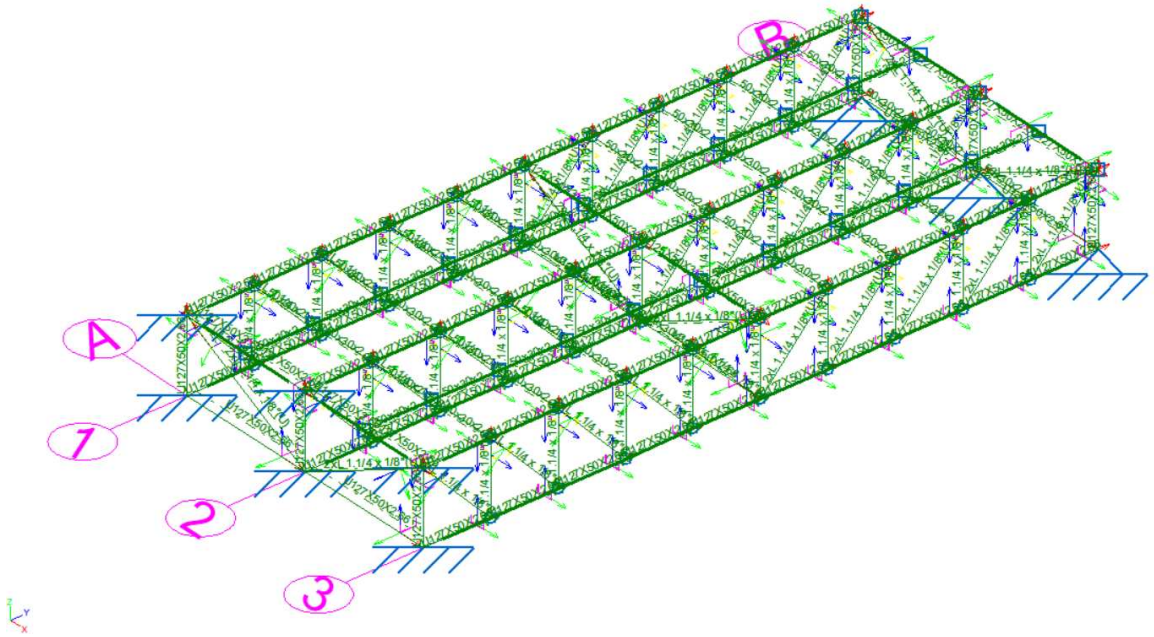
Dessa forma, conclui-se que a estrutura atende plenamente ao critério de deformações, apresentando deslocamentos significativamente inferiores ao limite normativo, estando aprovada quanto à flecha sem prejuízo ao conforto, segurança e desempenho da passarela.

A partir dos resultados obtidos, foram avaliados os esforços internos (forças normais, cortantes e momentos fletores) em todos os elementos estruturais, bem como os deslocamentos globais da estrutura.

A maior força axial obtida nos elementos da treliça foi da ordem de **32 kN**, valor compatível com a capacidade resistente dos perfis adotados. As verificações de resistência dos banzos, montantes e diagonais atenderam aos critérios normativos de:

- Resistência à tração e compressão;
- Estabilidade local e global;
- Verificação de flambagem dos elementos comprimidos;
- Interação entre esforços, quando aplicável.

Os resultados indicaram que **t**odos os perfis estruturais especificados encontram-se aprovados, apresentando índices de utilização inferiores aos limites admissíveis estabelecidos pela ABNT NBR 8800, garantindo segurança estrutural adequada para as solicitações consideradas.




Modelo analisado onde mostra todos os perfis aprovados

## 11. DIMENSIONAMENTO GUARDA-CORPO

### 11.1 Dados Geométricos

- Comprimento total do guarda-corpo: 5,20 m
- Espaçamento entre montantes: 0,89 m
- Número de vãos: 5
- Número de montantes: 6
- Altura do guarda-corpo: 1,10 m

### 11.2. Materiais e Perfis Utilizados

#### 11.2.1 Montantes Verticais

- Perfil: Tubo redondo de aço
- Diâmetro nominal: 2”
- Diâmetro externo (D): 60,3 mm

- Espessura (t): 3,18 mm (1/8”)
- Material: Aço carbono estrutural

#### 11.2.1 Reforço Estrutural

- Perfil: Barra chata de aço
- Dimensões: 6,35 × 25,4 mm
- Função estrutural: aumento da rigidez à flexão e redução da deformação lateral do guarda-corpo
- Forma de ligação: soldada ao conjunto estrutural, trabalhando solidariamente ao montante

### 11.3. Ações Consideradas

Conforme NBR 14718:

- Carga horizontal distribuída no guarda-corpo:

  $qh = 1,0\ kN/m$

Carga atuante em cada montante (vão de influência = 1,04 m):

$F = qh \cdot 1,04 = 1,04\ kN$

### 11.4. Modelo Estrutural Adotado

Os montantes foram modelados como elementos em balanço, engastados na base, submetidos a força horizontal aplicada no topo, à altura de 1,10 m.

O reforço em barra chata 6,35 × 25,4 mm foi considerado solidário ao montante, contribuindo para o aumento do momento de inércia equivalente do conjunto.

### 11.5. Esforços Solicitantes

Momento fletor máximo na base de cada montante:

$Mmax = F \cdot h$

$Mmax = 1,04 \cdot 1,10 = 1,14\ kN$

### 11.6. Propriedade geométrica do perfil

11.6.1 Tubo Redondo 2” x 1/8”

- Diâmetro externo: D = 60,3 mm
- Espessura: t = 3,18 mm
- Diâmetro interno:

$d = 60,3 - 2 \cdot 3,18 = 53,94\, mm$

Momento de inércia do tubo

$It = 64\pi(D^4 - d^4)$

$It = 64\pi(60,3^4 - 53,94^4)$

$It \approx 3,9x10^5 mm^4$

11.6.2 Barra chata 1” x 1/4”

Considerando a barra posicionada com 25,4 mm na direção da flexão.

Momento de inércia da barra

$Ib = \frac{bh3}{12}$

$Ib = 6,35x25,4^3/12$

$Ib = 8,7x10^3 mm^4$

11.6.3 Momento de inércia equivalente

$Ieq = It + Ib$

$Ieq \approx 3,9 \times 10^5 + 0,87 \times 10^4$

$Ieq \approx 4 \times 10^5 mm^4$

11.7 Verificação de Tensão à Flexão

Braço máximo

$y = D/2$

$y = 30,15\, mm$

Tensão máxima

σ= $M \cdot y$/I

$\sigma = 1,14 \times 10^{6} \cdot 30,15 \; / \; 4x10^{5}$

$\sigma = 85,92 \; MPA$

Validação

$fy = 250 \; MPA$

$\sigma < \; fy = 85,92 \; MPA \; < 250 \; MPA$

Como a tensão máxima é menor que a tensão resistente então o perfil está aprovado

11.8 Verificação de Deformação (Estado de Serviço)

Modelo: viga em balanço com força horizontal no topo

$\delta = \frac{F.L^{3}}{3EL}$

Onde:

- $F = 1,04 \times 10^{3}$
- $L = 1100 \; mm$
- $E = 210000 \; MPa$

$\delta = \frac{1,04x10^{3}x1100^{3}}{3x210000x4.0x10^{5}}$

$\delta = 5,5mm$

Limite prático para guarda-corpos

$\delta adm \leq \frac{L}{200}$

$\delta adm \leq \frac{1100}{200}$

$\delta adm \leq 5,5mm$

Verificação do limite de deformação

$\delta adm \leq \delta$

O deslocamento é = ao limite de deslocamento admissível, ou seja, o perfil está aprovado quanto ao deslocamento

gov.br
Documento assinado digitalmente
WESLEY PORCINELLI PELISSARI
Data: 27/07/2026 21:22:52-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Wesley Porcinelli Pelissari

Engenheiro Mecânico

CREA/PR: 202859/D