



SIAOTECH

LAUDO DE CONFORMIDADE MECÂNICA

Cliente: **UNYLASER**

Caxias do Sul/RS | Abril/2026

2026



SIAOTECH

Laudo de Conformidade Mecânica

UNYLASER IND. METALÚRGICA LTDA

Caxias do Sul/RS

Retrofit Ponte Rolante 4 TON

	REV. 00	REV. 01	REV. 02	REV. 03	REV. 04	REV. 05
DATA	14/04/2026					
ELABORADOR	Luís Eduardo Wiechoreck					

SUMÁRIO

IDENTIFICAÇÃO DA CONTRATANTE	3
IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DO SERVIÇO	3
RESPONSÁVEL TÉCNICO	3
OBJETIVO	4
ESCOPO	4
REFERÊNCIA NORMATIVA.....	5
DIMENSIONAMENTO.....	6
Verificação da Viga Principal.....	7
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	19

IDENTIFICAÇÃO DA CONTRATANTE**UNYLASER INDUSTRIA METALURGICA LTDA.****CNPJ:** 05.897.063/0001-06**IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DO SERVIÇO****UNYLASER INDUSTRIA METALURGICA LTDA.****CNPJ:** 05.897.063/0001-06**ENDEREÇO DA OBRA:**

Rua Dalton Lahn dos Reis, 269 – Pavilhão C – Distrito Industrial

Cidade: Caxias do Sul - RS

CEP 95112-090

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Luís Eduardo Wiechoreck

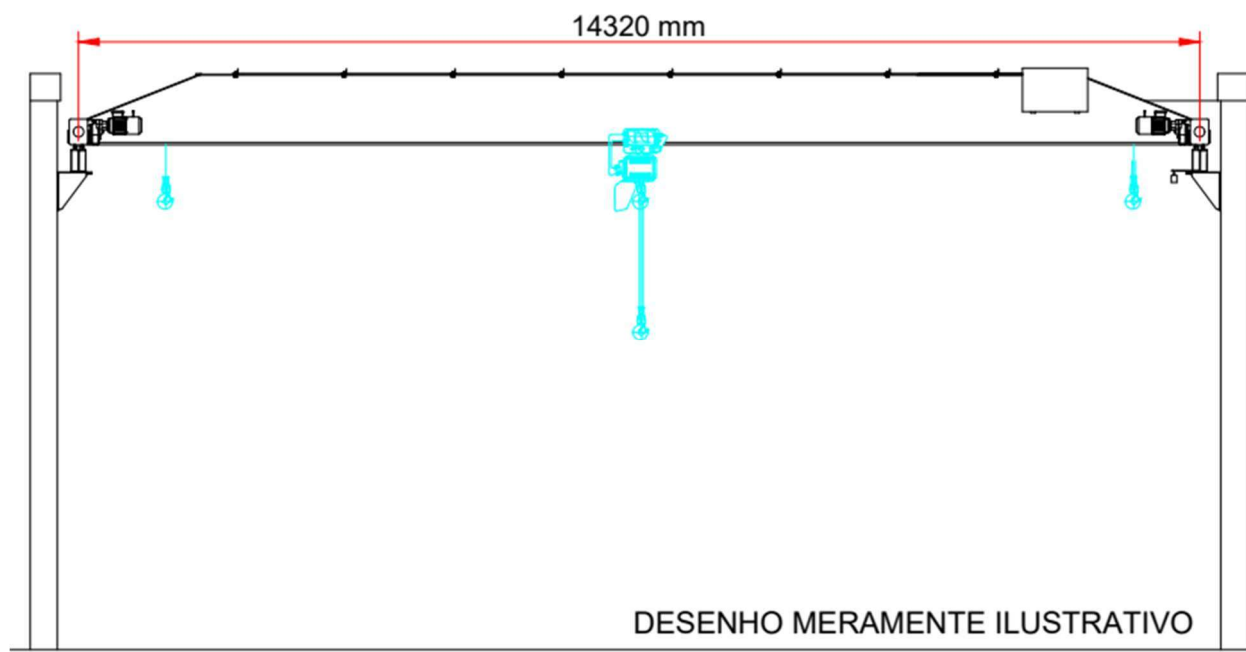
*Engenheiro Mecânico**Engenheiro de Segurança do Trabalho*

CREA RS2211066380

SISTEMA: [PR 26 04 031 - UNYLASER - Retrofit Ponte Rolante 4 ton](#)**ART Nr.:** [14358565](#)

OBJETIVO

Este laudo foi desenvolvido com o objetivo de evidenciar a conformidade mecânica em uma Ponte Rolante de 4 toneladas fabricada pela ABUS em 2007 que sofreu um retrofit, passando de um vão de 10,8 metros para 14,32 metros instalado na empresa UNYLASER em Caxias do Sul.



Destaca-se que a ponte rolante foi montada com uma talha de capacidade de içamento de 5 toneladas, sendo que a capacidade estrutural da ponte é de 4 toneladas. A Siaotech não se responsabiliza pelo içamento e/ou deformação da viga por excesso de carga, (acima de 4 toneladas), recomenda que algum sistema de limitação seja instalado afim de impedir o içamento acima desta capacidade.

ESCOPO

Faz parte deste relatório uma Ponte Rolante Monoviga com capacidade de 4 toneladas fabricado em 2007 pela ABUS.

REFERÊNCIA NORMATIVA

NBR 8400:2019 - Equipamentos de elevação e movimentação de carga — Regras para projeto

NBR 8800:2024 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios

NBR 14762:2010 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio

ASTM A36 - Standard specification for carbon structural steel

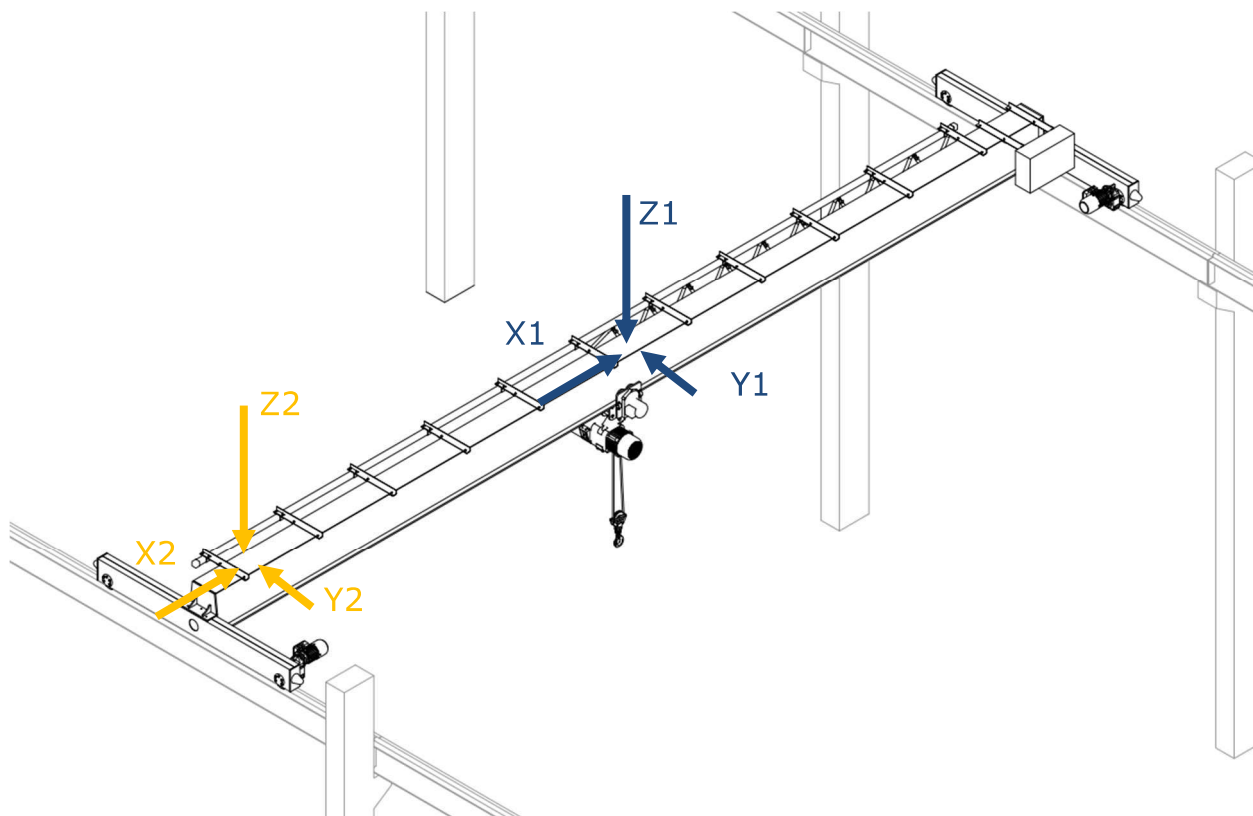
ASTM A572 - Standard specification for high-strength low-alloy columbium-vanadium structural steel

ISO 2553 - Welding and allied processes – Symbolic representation on drawings – Welded joints

ISO 22986 - Cranes – Stiffness – Bridge and gantry cranes

DIMENSIONAMENTO

Desenho esquemático de elementos estruturais:



Classificação do equipamento:

Grupo do equipamento: A4

Classe de elevação: HC3

Valor de carga principal considerando coeficiente dinâmico e de amplificação = 55,1 kN

Valores de carga horizontais em função de aceleração ao longo da viga e rotação da mesma (estimado em considerando velocidade baixa/moderada menor que 0,25 m/s e aceleração em $0,078 \text{ m/s}^2$) = 4 kN

Tensão admissível de projeto = 166,7 Mpa (escolhido menor valor entre tensão admissível com relação ao limite elástico e tensão admissível de projeto em relação a fadiga – conforme NBR 8400)

Para verificação, as cargas serão inseridas ao longo do trilho e a condição mais desfavorável para cada elemento será considerada.



Verificação da Viga Principal

Perfil: 500X300X15,9X9.5X6.4 mm (Enrijecedores: 1000 mm. Espessura: 4,8 mm)
Material: Aço A36 (Tensão de Projeto - 166,7 MPa)

Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N1	N2	14.300	118.57	46158.76	17545.15	38586.94

Notas:

⁽¹⁾ Inércia em relação ao eixo indicado

⁽²⁾ Momento de inércia à torção uniforme

	Flambagem		Flambagem lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.
β	1.00	1.00	1.00	1.00
L _K	14.300	14.300	14.300	14.300
C _b	-		1.000	

Notação:

β: Coeficiente de flambagem

L_K: Comprimento de flambagem (m)

C_b: Fator de modificação para o momento crítico

Barra	VERIFICAÇÕES											Estado
	λ	N _t	N _c	M _x	M _y	V _x	V _y	NM _x M _y	T	NMVT	σ τ f	
N1/N2	x: 7.151 m λ ≤ 200.0 Passa	x: 0 m η = 0.1	x: 7.151 m η = 0.2	x: 7.15 m η = 70.2	x: 7.15 m η = 9.7	η = 0.4	x: 0 m η = 11.3	x: 7.151 m η = 80.0	N.A. ⁽¹⁾	N.A. ⁽²⁾	N.A. ⁽³⁾	PASSA η = 80.0

Notação:

λ: Limitação do índice de esbeltez

N_t: Resistência à tração

N_c: Resistência à compressão

M_x: Resistência à flexão eixo X

M_y: Resistência à flexão eixo Y

V_x: Resistência ao esforço cortante X

V_y: Resistência ao esforço cortante Y

NM_xM_y: Resistência ao esforço axial e flexão combinados

T: Resistência à torção

NMVT: Resistência ao momento de torção, força axial, momento fletor e cortante

σ τ f: Resistência a interações de esforços e momento de torção

x: Distância à origem da barra

η: Coeficiente de aproveitamento (%)

N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

⁽¹⁾ A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

⁽²⁾ Não há interação entre a esforço axial, momento fletor, esforço cortante e momento torsor. Portanto, a verificação não é necessária.

⁽³⁾ Não há interação entre o momento torsor, os dois momentos fletores e os dois esforços cortantes. Portanto, a verificação não é necessária.

Limitação do índice de esbeltez

O índice de esbeltez das barras comprimidas, tomado como o maior relação entre o comprimento de flambagem e o raio de giração, não deve ser superior a 200.

$$\lambda \leq 200$$

$$\lambda : 117.6 \checkmark$$

Onde:

λ: Índice de esbeltez.

$$\lambda = \frac{L}{r}$$

$$\lambda_x : 72.5$$

$$\lambda_y : 117.6$$

Sendo:

L_x: Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo X.**L_x** : 14.300 m**L_y**: Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.**L_y** : 14.300 m**r_x, r_y**: Raios de giração em relação aos eixos principais X, Y, respectivamente.**r_x** : 19.73 cm**r_y** : 12.16 cm**Resistência à tração**

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{t,Sd}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N1, para a combinação de ações PP+Y1.

N_{t,Sd}: Força axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.**N_{t,Sd}** : 2.00 kNA força axial de tração resistente de cálculo, N_{t,Rd}, deve ser determinada pela expressão:

$$N_{t,Rd} = \frac{A_g \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$$

N_{t,Rd} : 1796.84 kN

Onde:

A_g: Área bruta da seção transversal da barra.**A_g** : 118.57 cm²**f_y**: Resistência ao escoamento do aço.**f_y** : 166.70 MPa**γ_{a1}**: Coeficiente de segurança do material.**γ_{a1}** : 1.10**Resistência à compressão**

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.002 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância de 7.151 m do nó N1, para a combinação de ações PP+Y1.

N_{c,Sd}: Força axial de compressão solicitante de cálculo, desfavorável.**N_{c,Sd}** : 2.00 kNA força axial de compressão resistente de cálculo, N_{c,Rd}, deve ser determinada pela expressão:

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi A_{ef} f_y}{\gamma_{a1}}$$

N_{c,Rd} : 1049.77 kN

Onde:

χ: Fator de redução total associado à resistência à compressão.**χ** : 0.614

A_{ef}: Área efetiva da seção transversal da barra.

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

A_{ef} : 112.90 cm²

f_y : 166.70 MPa

γ_{a1} : 1.10

Fator de redução χ:

$$\lambda_0 \leq 1.5 \rightarrow \chi = 0.658^{\lambda_0^2}$$

χ : 0.614

Onde:

λ₀: Índice de esbeltez reduzido.

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{A_g \cdot f_y}{N_e}}$$

λ₀ : 1.080

Sendo:

A_g: Área bruta da seção transversal da barra.

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

N_e: Força axial de flambagem elástica.

A_g : 118.57 cm²

f_y : 166.70 MPa

N_e : 1693.62 kN

Área efetiva da seção transversal.

$$A_{ef} = A_g - \sum ((b - b_{ef}) t)$$

A_{ef} : 112.90 cm²

Mesa: Elemento do Grupo 2 da Tabela 4.

$$\frac{b}{t} > \frac{(b/t)_{lim}}{\sqrt{\chi}}$$

76.13 > **65.89**

b_{ef}: Largura efetiva do elemento.

b_{ef} : 442.91 mm

$$b_{ef} = b \left(1 - c_1 \sqrt{\frac{\sigma_{el}}{\chi f_y}} \right) \sqrt{\frac{\sigma_{el}}{\chi f_y}}$$

Onde:

(b/t): Relação entre largura e espessura.

b: Largura.

t: Espessura.

(b/t)_{lim}: Relação limite entre largura e espessura.

(b/t) : 76.13

b : 487.20 mm

t : 6.40 mm

$$(b/t)_{lim} = 1.49 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

(b/t)_{lim} : 65.89

E: Módulo de elasticidade do aço.

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

σ_{el}: Tensão de flambagem local.

E : 200000 MPa

f_y : 166.70 MPa

σ_{el} : 145.92 MPa

$$\sigma_{el} = \left(c_2 \frac{(b/t)_{lim}}{b/t} \right)^2 f_y$$

C₁: Factor para cálculo de flambagem local.

C₂: Factor para cálculo de flambagem local.

C₁ : 0.20

C₂ : 1.38

29.58 ≤ **65.89**

$$\frac{b}{t} \leq \frac{(b/t)_{lim}}{\sqrt{\chi}}$$

b_{ef}: Largura efetiva do elemento.

b_{ef} : 281.00 mm

$$b_{ef} = b$$

Onde:

(b/t): Relação entre largura e espessura.

(b/t) : 29.58

b: Largura.

b : 281.00 mm

t: Espessura.

t : 9.50 mm

(b/t)_{lim}: Relação limite entre largura e espessura.

$$(b/t)_{lim} = 1.49 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

(b/t)_{lim} : 65.89

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 166.70 MPa

Força axial de flambagem elástica:

A força axial de flambagem elástica, **N_e**, de uma barra com seção transversal duplamente simétrica ou simétrica em relação a um ponto, é dada pelo menor valor entre os obtidos por (a), (b) e (c):

N_e : 1693.62 kN

- (a) Para flambagem por flexão em relação ao eixo principal de inércia X da seção transversal:

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(L_x)^2}$$

N_{ex} : 4455.66 kN

Onde:

L_x: Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

L_x : 14.300 m

I_x: Momento de inércia da seção transversal em relação ao eixo X.

I_x : 46158.76 cm⁴

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

- (b) Para flambagem por flexão em relação ao eixo principal de inércia Y da seção transversal:

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(L_y)^2}$$

N_{ey} : 1693.62 kN

Onde:

L_y: Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

L_y : 14.300 m

I_y: Momento de inércia da seção transversal em relação ao eixo Y.

I_y : 17545.15 cm⁴

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

- (c) Para flambagem por torção em relação ao eixo longitudinal Z:

$$N_{ez} = \frac{1}{r_0^2} \cdot \left[\frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{L_z^2} + G \cdot J \right]$$

N_{ez} : 553009.38 kN

Onde:

L_z: Comprimento de flambagem por torção.

L_z : 14.300 m

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

C_w: Constante de empenamento da seção transversal.

C_w : 0.00 cm6

G: Módulo de elasticidade transversal do aço.

G : 77000 MPa

J: Constante de torção da seção transversal.

J : 38586.94 cm4

r₀: Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de cisalhamento.

$$r_0 = \sqrt{(r_x^2 + r_y^2 + x_0^2 + y_0^2)}$$

r₀ : 23.18 cm

Onde:

r_x, r_y: Raios de giração em relação aos eixos principais X, Y, respectivamente.

r_x : 19.73 cm

r_y : 12.16 cm

X₀, Y₀: Coordenadas do centro de cisalhamento na direção dos eixos principais X, Y, respectivamente.

X₀ : 0.00 mm

Y₀ : 0.00 mm

Resistência à flexão eixo X

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.702 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância de 7.150 m do nó N1, para a combinação de ações 1.3·PP+Z1.

M_{Sd}⁺: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

M_{Sd}⁺ : 227.32 kN·m

Já que ' $\lambda \leq \lambda_r$ ', deve-se considerar viga de alma não-esbelta.

75.16 ≤ **197.43**

Onde:

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

λ : 75.16

Sendo:

h: Altura da parte plana das almas.

h : 481.00 mm

t_w: Espessura da alma.

t_w : 6.40 mm

$$\lambda_r = 5.70 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

λ_r : 197.43

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 166.70 MPa

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} de vigas de alma não-esbelta deve ser tomado como o menor valor entre os obtidos nas seguintes seções:

M_{Rd} : 324.05 kN·m

(a) Máximo momento fletor resistente de cálculo

$$M_{Rd} = \frac{1.50 \cdot W \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$$

$$M_{Rd} : \underline{419.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

W_x: Módulo de resistência elástico mínimo da seção transversal em relação ao eixo de flexão.

$$W_x : \underline{1846.35} \text{ cm}^3$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

(b) Estado-límite último de flambagem lateral com torção, FLT

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$117.56 \leq 156.02$$

$$M_{Rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

$$M_{Rd} : \underline{324.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

$$\lambda = \frac{L_b}{r_y}$$

$$\lambda : \underline{117.56}$$

Sendo:

L_{b,sup}: Distância entre pontos travados à flambagem lateral.

$$L_{b,sup} : \underline{14.300} \text{ m}$$

r_y: Raio de giração da seção em relação ao eixo principal de inércia perpendicular ao eixo de flexão.

$$r_y : \underline{12.16} \text{ cm}$$

$$\lambda_p = \frac{0.13 \cdot E}{M_{pl}} \cdot \sqrt{J \cdot A}$$

$$\lambda_p : \underline{156.02}$$

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

J: Constante de torção da seção transversal.

$$J : \underline{38586.94} \text{ cm}^4$$

A: Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : \underline{118.57} \text{ cm}^2$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y$$

$$M_{pl} : \underline{356.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

Z_x: Módulo de resistência plástico.

$$Z_x : \underline{2138.28} \text{ cm}^3$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

(c) Estado-límite último de flambagem local da mesa comprimida, FLM

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$30.23 \leq 38.79$$

$$M_{Rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

$$M_{Rd} : \underline{324.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

$$\lambda = \frac{b_f}{t_f}$$

$$\lambda : \underline{30.23}$$

Sendo:

b_f: Largura da parte plana das mesas.**b_f** : 287.20 mm**t_f**: Espessura da mesa comprimida.**t_f** : 9.50 mm

$$\lambda_p = 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

λ_p : 38.79

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.**E** : 200000 MPa**f_y**: Resistência ao escoamento do aço.**f_y** : 166.70 MPa

$$M_{pl} = Z \cdot f_y$$

M_{pl} : 356.45 kN·m

Onde:

Z_x: Módulo de resistência plástico.**Z_x** : 2138.28 cm³**f_y**: Resistência ao escoamento do aço.**f_y** : 166.70 MPa**γ_{a1}**: Coeficiente de segurança do material.**γ_{a1}** : 1.10

(d) Estado-limite último de flambagem local da alma, FLA:

$$\lambda > \lambda_p$$

75.16 > 83.82

$$\lambda \leq \lambda_r$$

75.16 ≤ 197.43

$$M_{Rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

M_{Rd} : 324.05 kN·m

Onde:

$$M_{pl} = Z \cdot f_y$$

M_{pl} : 356.45 kN·m

Onde:

Z_x: Módulo de resistência plástico.**Z_x** : 2138.28 cm³**f_y**: Resistência ao escoamento do aço.**f_y** : 166.70 MPa**γ_{a1}**: Coeficiente de segurança do material.**γ_{a1}** : 1.10

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

λ : 75.16

Sendo:

h: Altura da parte plana das almas.**h** : 481.00 mm**t_w**: Espessura da alma.**t_w** : 6.40 mm

$$\lambda_p = 2.42 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

λ_p : 83.82

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.**E** : 200000 MPa**f_y**: Resistência ao escoamento do aço.**f_y** : 166.70 MPa

$$\lambda_r = 5.70 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

λ_r : 197.43

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 166.70 MPa

Resistência à flexão eixo Y

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.097 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância de 7.150 m do nó N1, para a combinação de ações PP+X1.

M_{sd}⁺: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

M_{sd}⁺ : 14.30 kN·m

Já que ' $\lambda \leq \lambda_r$ ', deve-se considerar viga de alma não-esbelta

30.23 ≤ 197.43

Onde:

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

λ : 30.23

Sendo:

h: Altura da parte plana das almas.

h : 287.20 mm

t_w: Espessura da alma.

t_w : 9.50 mm

$$\lambda_r = 5.70 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

λ_r : 197.43

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 166.70 MPa

O momento fletor resistente de cálculo M_{Rd} de vigas de alma não-esbelta deve ser tomado como o menor valor entre os obtidos nas seguintes seções:

M_{Rd} : 146.94 kN·m

(a) Máximo momento fletor resistente de cálculo:

$$M_{Rd} = \frac{1.50 \cdot W \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$$

M_{Rd} : 265.89 kN·m

Onde:

W_y: Módulo de resistência elástico mínimo da seção transversal em relação ao eixo de flexão.

W_y : 1169.68 cm³

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 166.70 MPa

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

γ_{a1} : 1.10

(b) Estado-límite último de flambagem lateral com torção, FLT:

Não é necessária, já que o eixo de flexão não é o de maior inércia.

(c) Estado-límite último de flambagem local da mesa comprimida, FLM

75.16 > 51.61

$$\lambda > \lambda_r$$

$$M_{Rd} = \frac{1}{\gamma_{a1}} f_y W_{ef}$$

$$M_{Rd} : \underline{146.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

$$\lambda = \frac{b_f}{t_f}$$

$$\lambda : \underline{75.16}$$

Sendo:

b_f: Largura da parte plana das mesas.

$$b_f : \underline{481.00} \text{ mm}$$

t_f: Espessura da mesa comprimida.

$$t_f : \underline{6.40} \text{ mm}$$

$$\lambda_r = 1.49 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_r : \underline{51.61}$$

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

W_{ef,y}: Módulo de resistência mínimo elástico, relativo ao eixo de flexão, para uma seção que tem uma mesa comprimida de largura igual a b_{ef} dada por F.3.2, com σ igual a f_y.

$$W_{ef,y} : \underline{969.63} \text{ cm}^3$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

(d) Estado-limite último de flambagem local da alma, FLA

$$\lambda > \lambda_p$$

$$30.23 > 83.82$$

$$\lambda \leq \lambda_r$$

$$30.23 \leq 197.43$$

$$M_{Rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

$$M_{Rd} : \underline{201.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

$$M_{pl} = Z \cdot f_y$$

$$M_{pl} : \underline{221.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Onde:

Z_y: Módulo de resistência plástico.

$$Z_y : \underline{1331.32} \text{ cm}^3$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

$$\lambda : \underline{30.23}$$

Sendo:

h: Altura da parte plana das almas.

$$h : \underline{287.20} \text{ mm}$$

t_w: Espessura da alma.

$$t_w : \underline{9.50} \text{ mm}$$

$$\lambda_p = 2.42 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_p : \underline{83.82}$$

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 166.70 MPa

$$\lambda_r = 5.70 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

λ_r : 197.43

Sendo:

E : Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 166.70 MPa

Resistência ao esforço cortante X

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

η : 0.004 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações PP+X1.

V_{Sd} : Esforço cortante solicitante de cálculo, desfavorável.

V_{Sd} : 2.00 kN

A força cortante resistente de cálculo, V_{Rd} , é determinada pela expressão:

$$\lambda \leq \lambda_p$$

30.23 ≤ 85.20

$$V_{Rd} = \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

V_{Rd} : 496.17 kN

Onde:

$$\lambda = \frac{b_f}{t_f}$$

λ : 30.23

Sendo:

b_f : Largura da parte plana das mesas.

b_f : 287.20 mm

t_f : Espessura das mesas.

t_f : 9.50 mm

$$\lambda_p = 1.10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}}$$

λ_p : 85.20

Sendo:

k_v : Coeficiente de flambagem.

k_v : 5.00

E : Módulo de elasticidade do aço.

E : 200000 MPa

f_y : Resistência ao escoamento do aço.

f_y : 166.70 MPa

$$V_{pl} = 0.60 \cdot A_w \cdot f_y$$

V_{pl} : 545.79 kN

Sendo:

A_w : Área efetiva ao cisalhamento.

$$A_w = 2 \cdot b_f \cdot t_f$$

A_w : 54.57 cm²

γ_{a1} : Coeficiente de segurança do material.

γ_{a1} : 1.10

Resistência ao esforço cortante Y

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.113} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N1, para a combinação de ações 1.3·PP+Z2.

V_{Sd}: Esforço cortante solicitante de cálculo, desfavorável.

$$V_{Sd} : \underline{63.53} \text{ kN}$$

A força cortante resistente de cálculo, **V_{Rd}**, é determinada pela expressão:

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$75.16 \leq 85.20$$

$$V_{Rd} = \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

$$V_{Rd} : \underline{559.82} \text{ kN}$$

Onde:

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

$$\lambda : \underline{75.16}$$

Sendo:

h: Altura da parte plana das almas.

$$h : \underline{481.00} \text{ mm}$$

t_w: Espessura da alma.

$$t_w : \underline{6.40} \text{ mm}$$

$$\lambda_p = 1.10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}}$$

$$\lambda_p : \underline{85.20}$$

Sendo:

k_v: Coeficiente de flambagem.

$$k_v : \underline{5.00}$$

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{200000} \text{ MPa}$$

f_y: Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{166.70} \text{ MPa}$$

$$V_{pl} = 0.60 \cdot A_w \cdot f_y$$

$$V_{pl} : \underline{615.80} \text{ kN}$$

Sendo:

A_w: Área efetiva ao cisalhamento.

$$A_w = 2 \cdot h \cdot t_w$$

$$A_w : \underline{61.57} \text{ cm}^2$$

γ_{a1}: Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

Resistência ao esforço axial e flexão combinados

Deve satisfazer:

$$\eta \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.800} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância de 7.151 m do nó N1, para a combinação de ações 1.3·PP+Z1+X1+Y1.

N_{c,Sd}: Força axial de compressão solicitante de cálculo, desfavorável.

$$\mathbf{N_{c,Sd}} : \underline{2.00} \text{ kN}$$

M_{x,Sd}: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

$$\mathbf{M_{x,Sd}} : \underline{227.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{y,Sd}: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

$$\mathbf{M_{y,Sd}} : \underline{14.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{Sd} / N_{Rd} < 0.2$$

$$\mathbf{0.002} < \mathbf{0.200}$$

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{2 \cdot N_{c,Rd}} + \left(\frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \right) \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.800}$$

Onde:

N_{c,Rd}: Força axial resistente de cálculo de compressão.

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{1049.77} \text{ kN}$$

M_{x,Rd}, M_{y,Rd}: Momentos fletores resistentes de cálculo, respectivamente em relação aos eixos X e Y da seção transversal

$$\mathbf{M_{x,Rd}} : \underline{324.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{y,Rd}} : \underline{146.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conforme exposto nesse laudo, o equipamento aqui descrito se encontra em conformidade e podem ser utilizado para a atividade a que se destinam, não podendo ultrapassar a capacidade de carga estipulada.

Destaca-se que a ponte rolante foi montada com uma talha de capacidade de içamento de 5 toneladas, sendo que a capacidade estrutural da ponte é de 4 toneladas. A Siaotech não se responsabiliza pelo içamento e/ou deformação da viga por excesso de carga, (acima de 4 toneladas), recomenda que algum sistema de limitação seja instalado afim de impedir o içamento acima desta capacidade.

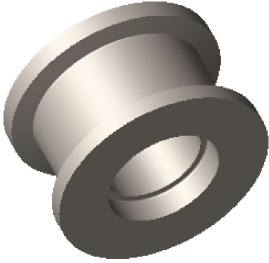
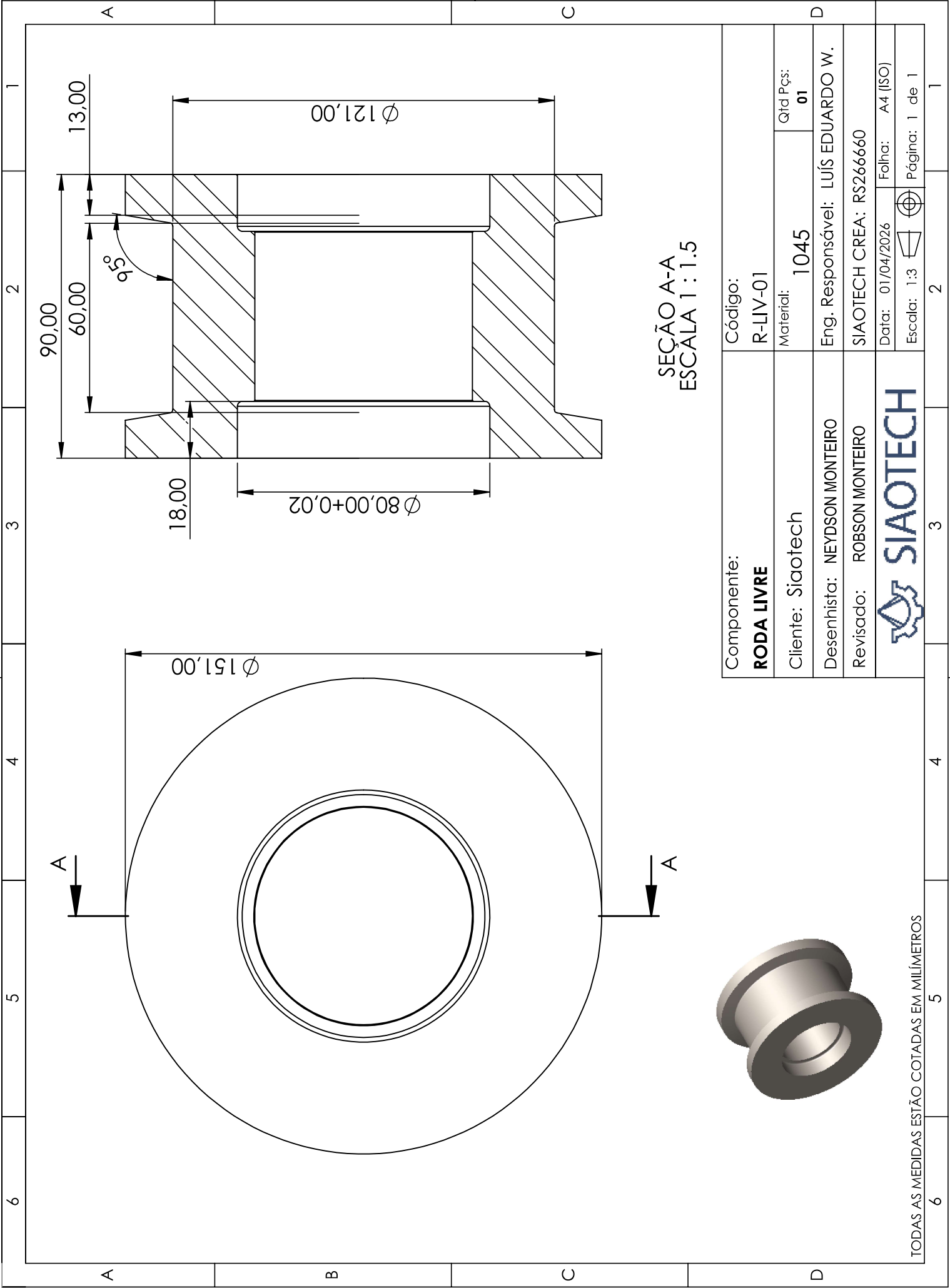
Nenhum item do sistema deve ser inserido, retirado ou modificado, sem autorização expressa, o que resultará na invalidação deste laudo.

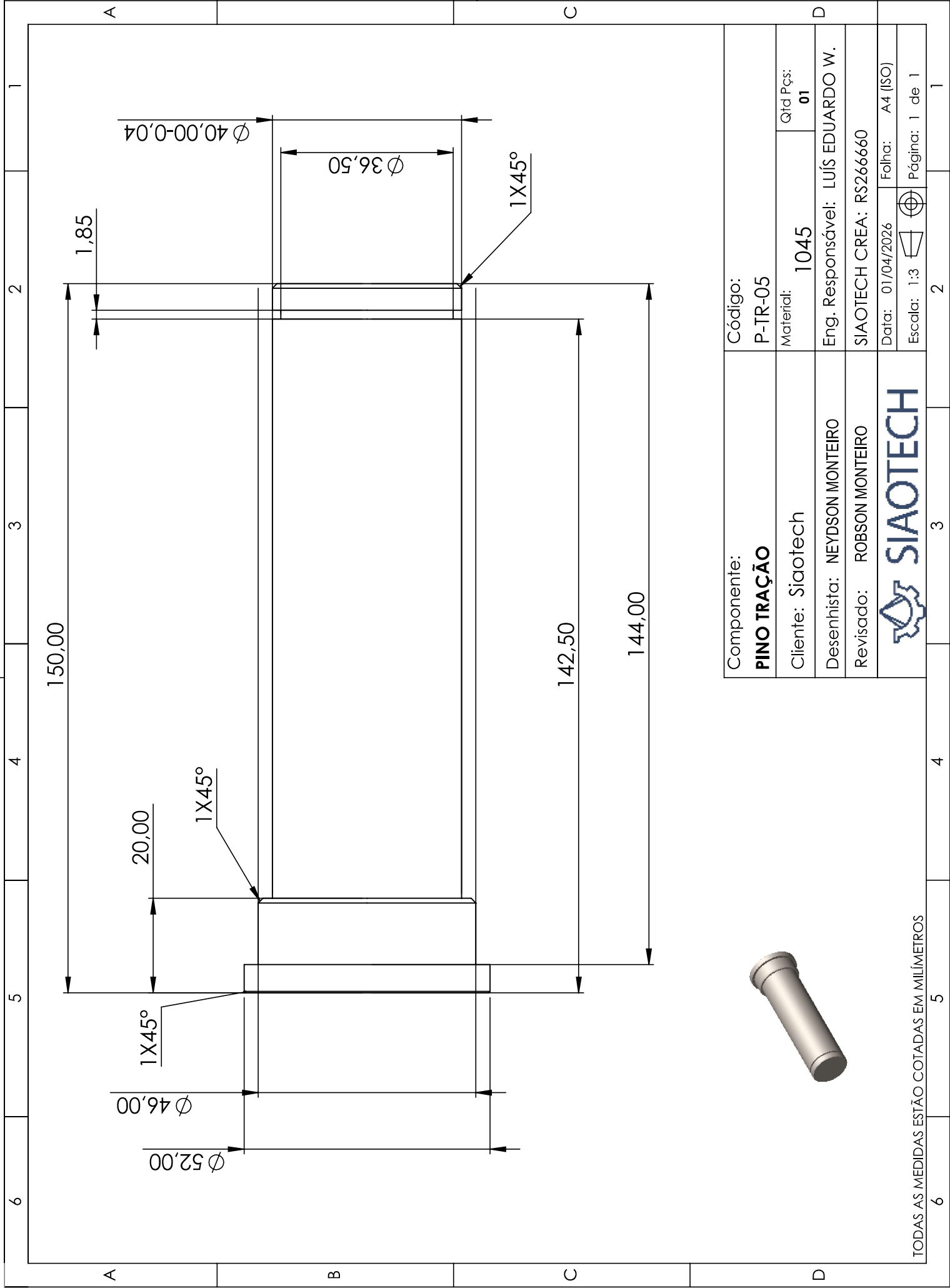
Atenciosamente,



Luís Eduardo Wiechoreck
Engenheiro Mecânico
Engenheiro de Segurança do Trabalho
CREA RS2211066380

ANEXO A – DESENHO PEÇAS CABECEIRAS

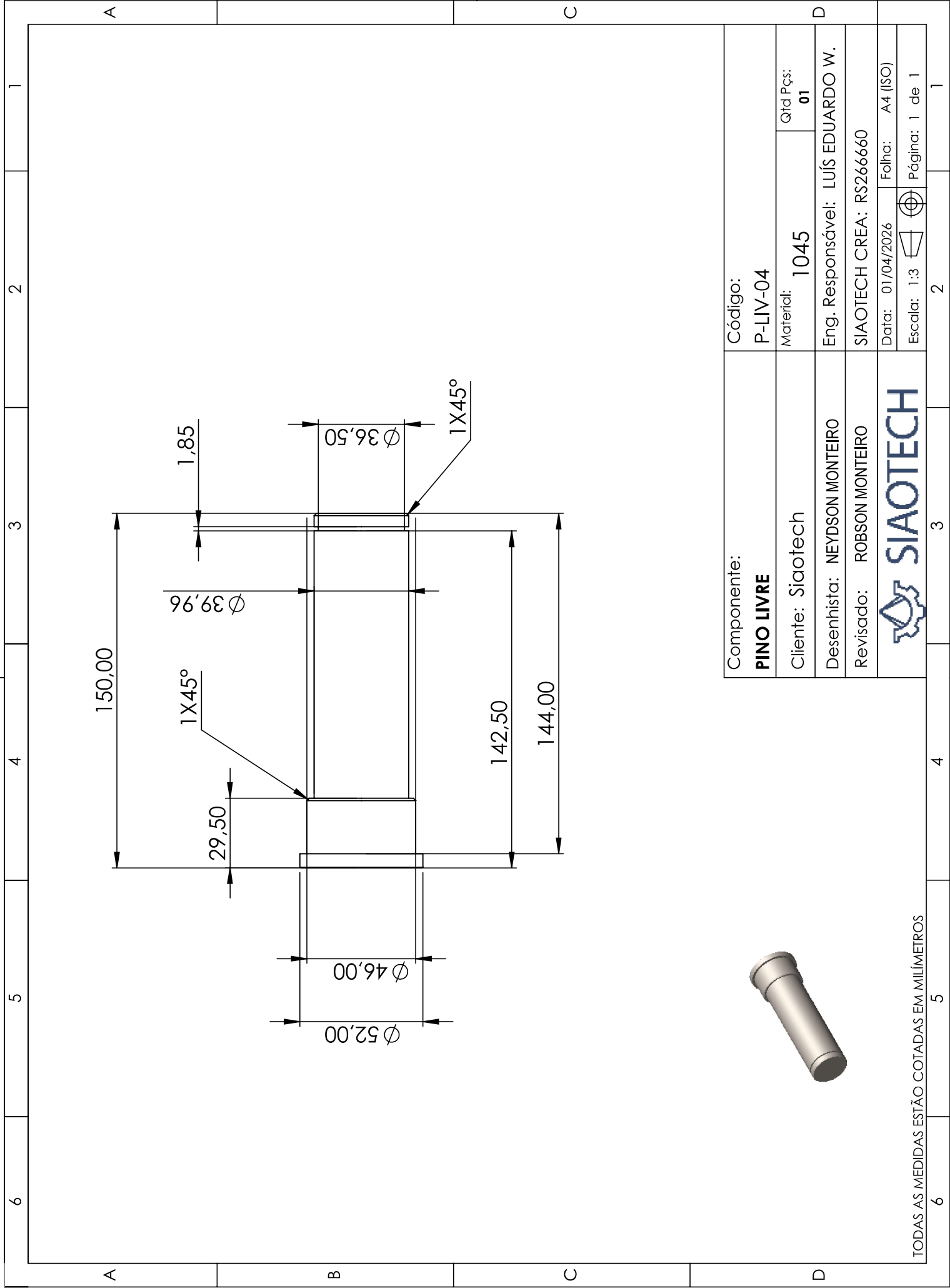


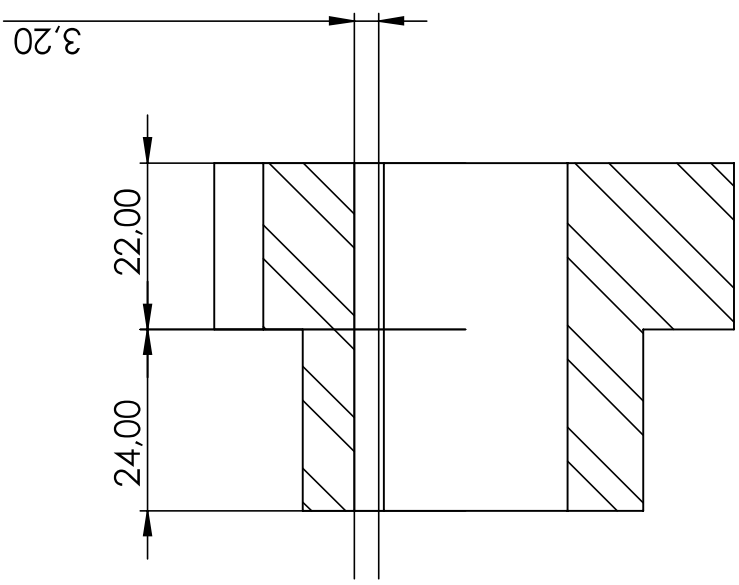


Componente:	Código:
PINO TRACÇÃO	P-TR-05
Cliente: Siaotech	Material:
	1045
Desenhista: NEYDSON MONTEIRO	Qtd Pçs:
	01
Revisado: ROBSON MONTEIRO	Eng. Responsável: LUÍS EDUARDO W.
	SIAOTECH CREA: RS266660
Data: 01/04/2026	
Folha: A4 (ISO)	
Escala: 1:3	
Página: 1 de 1	

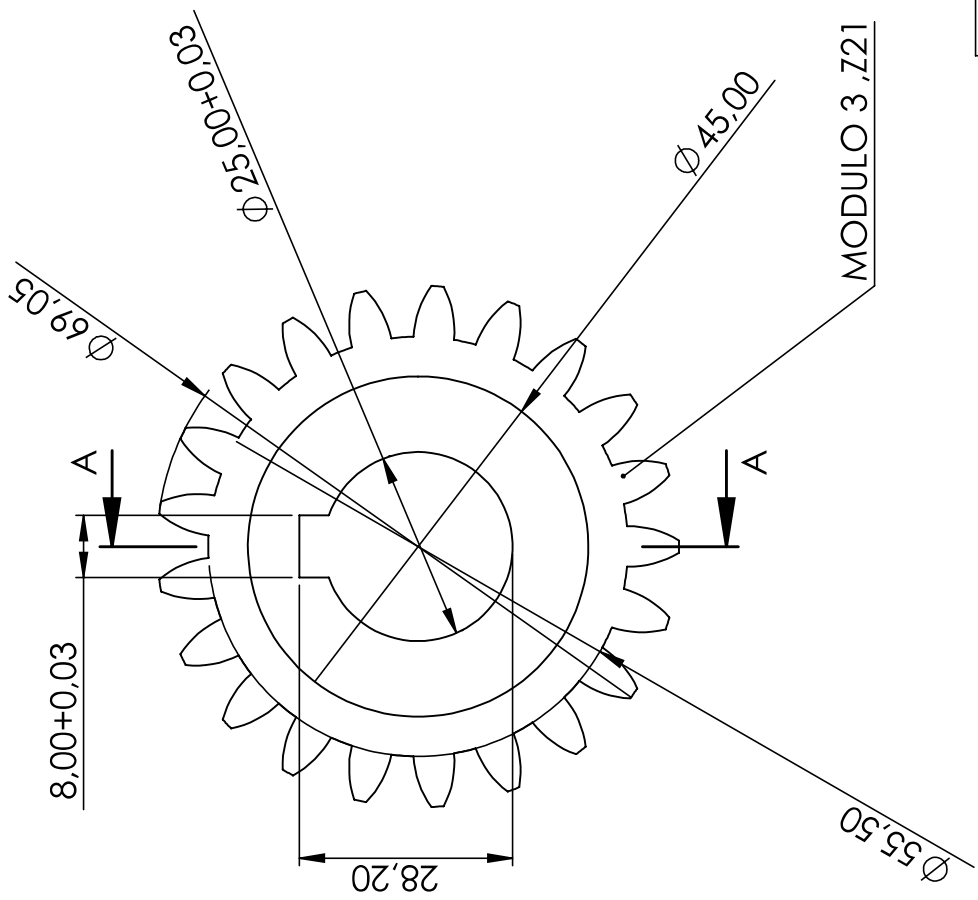


TODAS AS MEDIDAS ESTÃO COTADAS EM MILÍMETROS

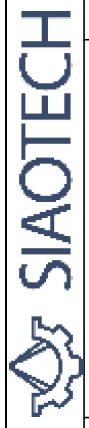




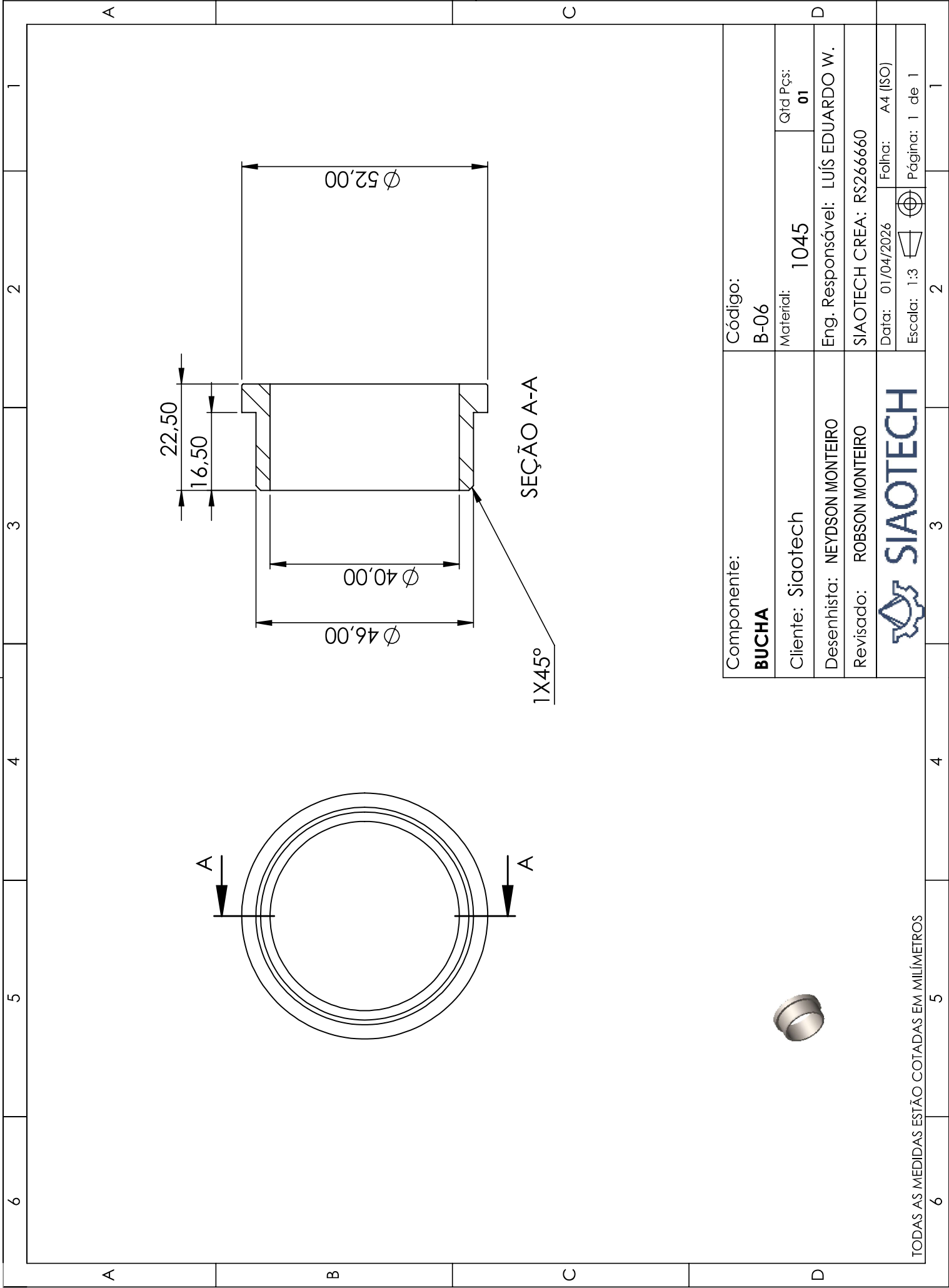
SEÇÃO A-A



Componente:	Código:
PINHÃO MOTOR M3 Z21 ABUS 4T	P-M-01
Cliente: Siaootech	Material: 4140
Desenhista: NEYDSON MONTEIRO	Qtd Pcs: 01
Revisado: ROBSON MONTEIRO	Eng. Responsável: LUÍS EDUARDO W.
	SIAOTECH CREA: RS266660
	Data: 01/04/2026
	Folha: A4 (ISO)
	Escala: 1:3
	Página: 1 de 1



TODAS AS MEDIDAS ESTÃO COTADAS EM MILÍMETROS



Componente:	Código:
BUCHA	B-06
Cliente: Siatech	Material: 1045
Desenhista: NEYDSON MONTEIRO	Qtd Pçs: 01
Revisado: ROBSON MONTEIRO	Eng. Responsável: LUÍS EDUARDO W.
SIAOTECH CREA: RS266660	
Data: 01/04/2026	
Folha: A4 (ISO)	
Escala: 1:3	
Página: 1 de 1	

ANEXO B – IDENTIFICAÇÃO

 SIAOTECH	
SIAOTECH EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS COM IND E SERVIÇOS LTDA	
CNPJ 43.983.467/0001-01	
CAXIAS DO SUL-RS FONE (54) 3219 4969	
www.siaotech.com	
Nº DE SÉRIE	ANO REFORMA
064/2026	2026
FABRICANTE	ANO FABRICAÇÃO
ABUS	2007
TIPO	CAPACIDADE
PONTE ROLANTE	4t
MODELO	PESO (kg)
MONOVIGA	2395
CREA RS 266660	

ANEXO C – ADENDO ESQUEMA ELÉTRICO

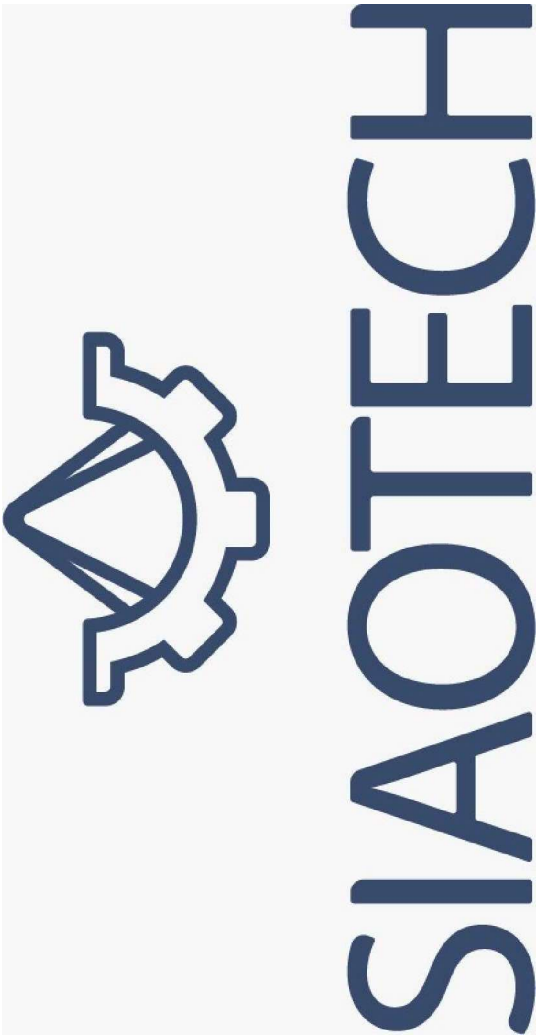
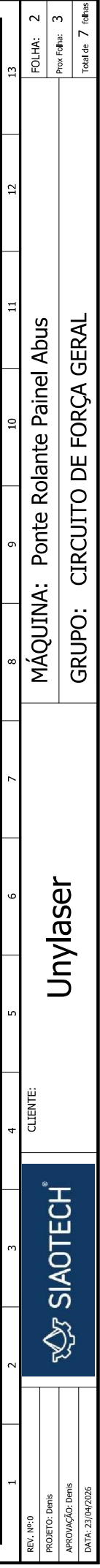
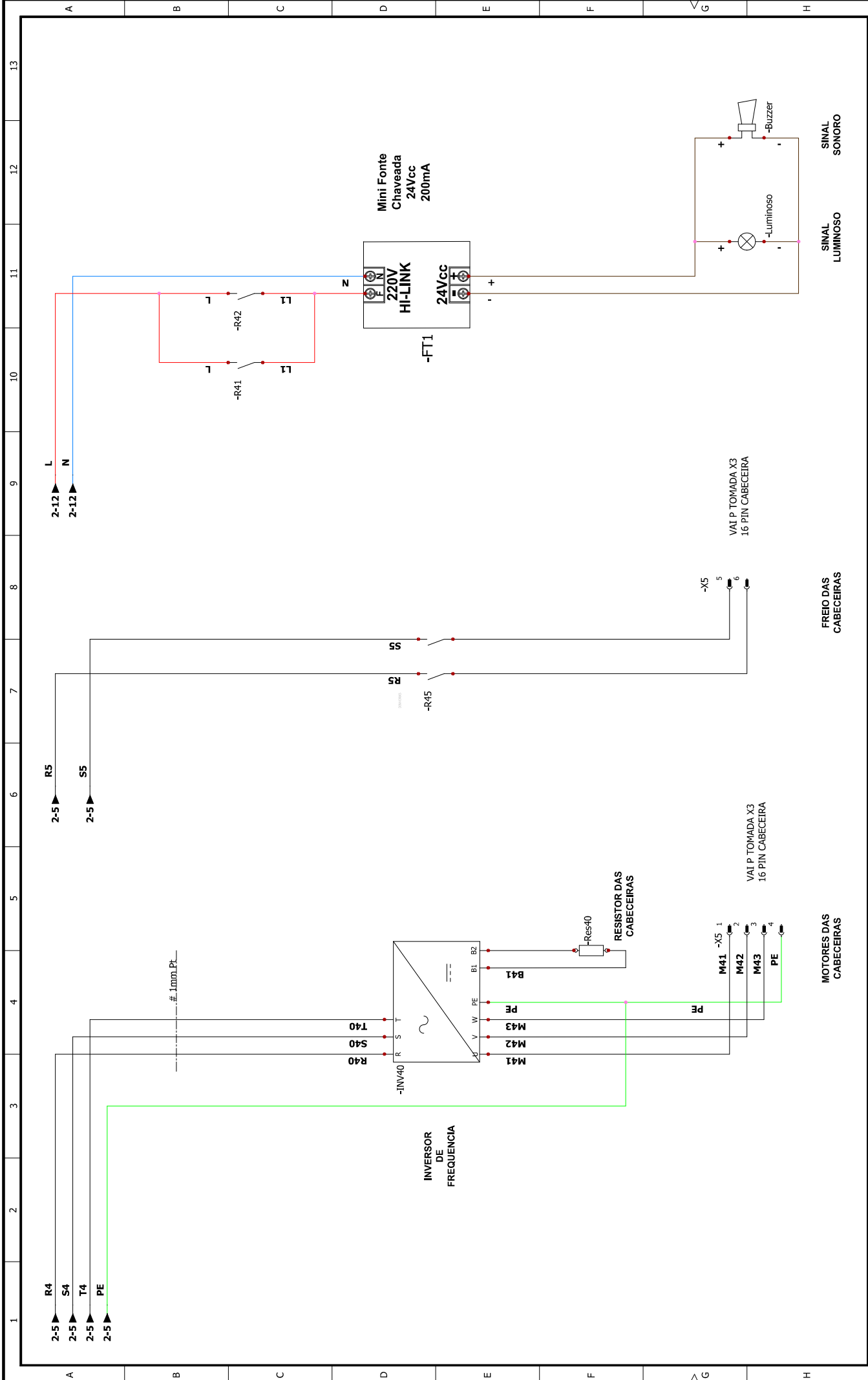


DIAGRAMA ELETRICO

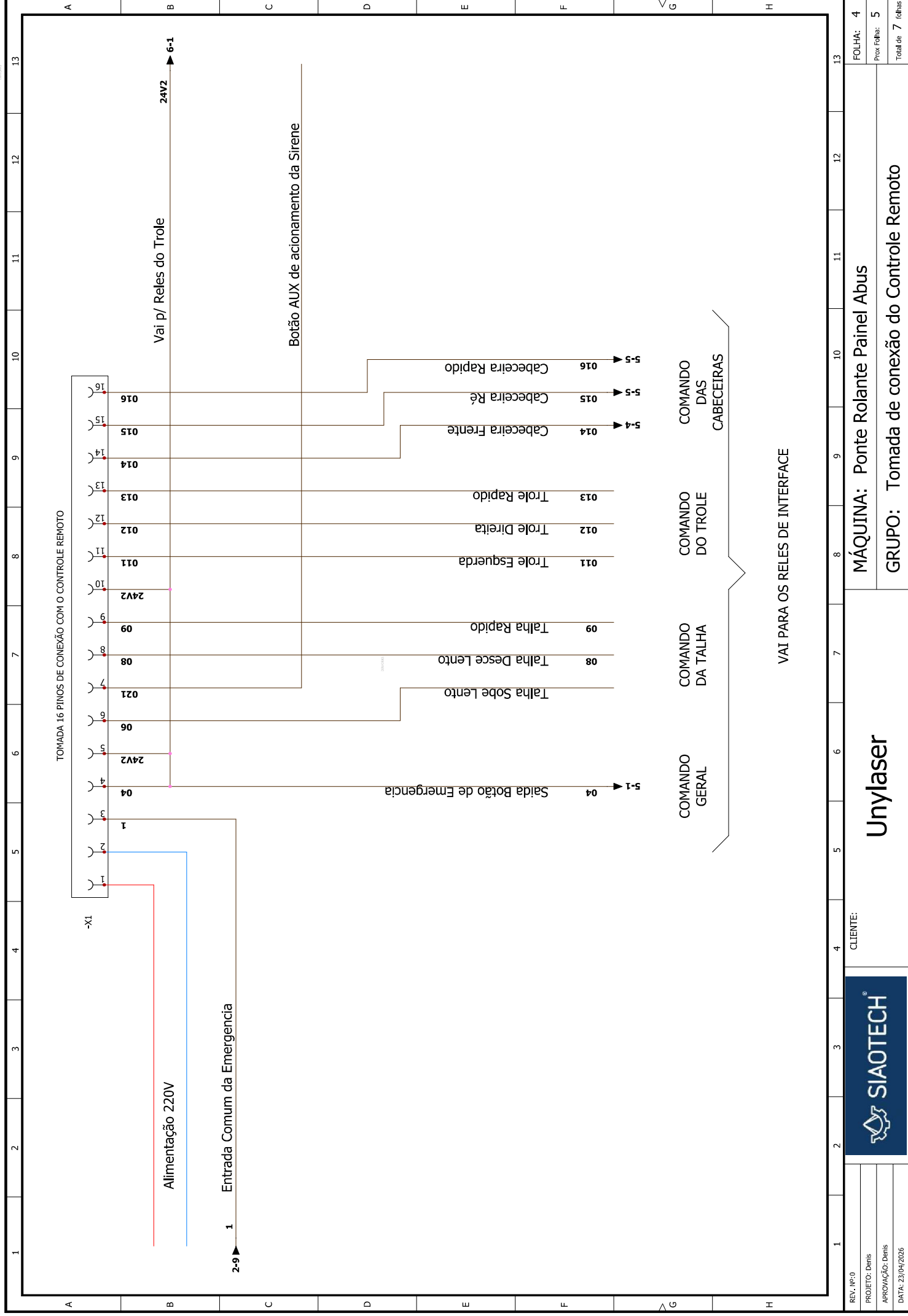
PONTE ROLANTE ABUS

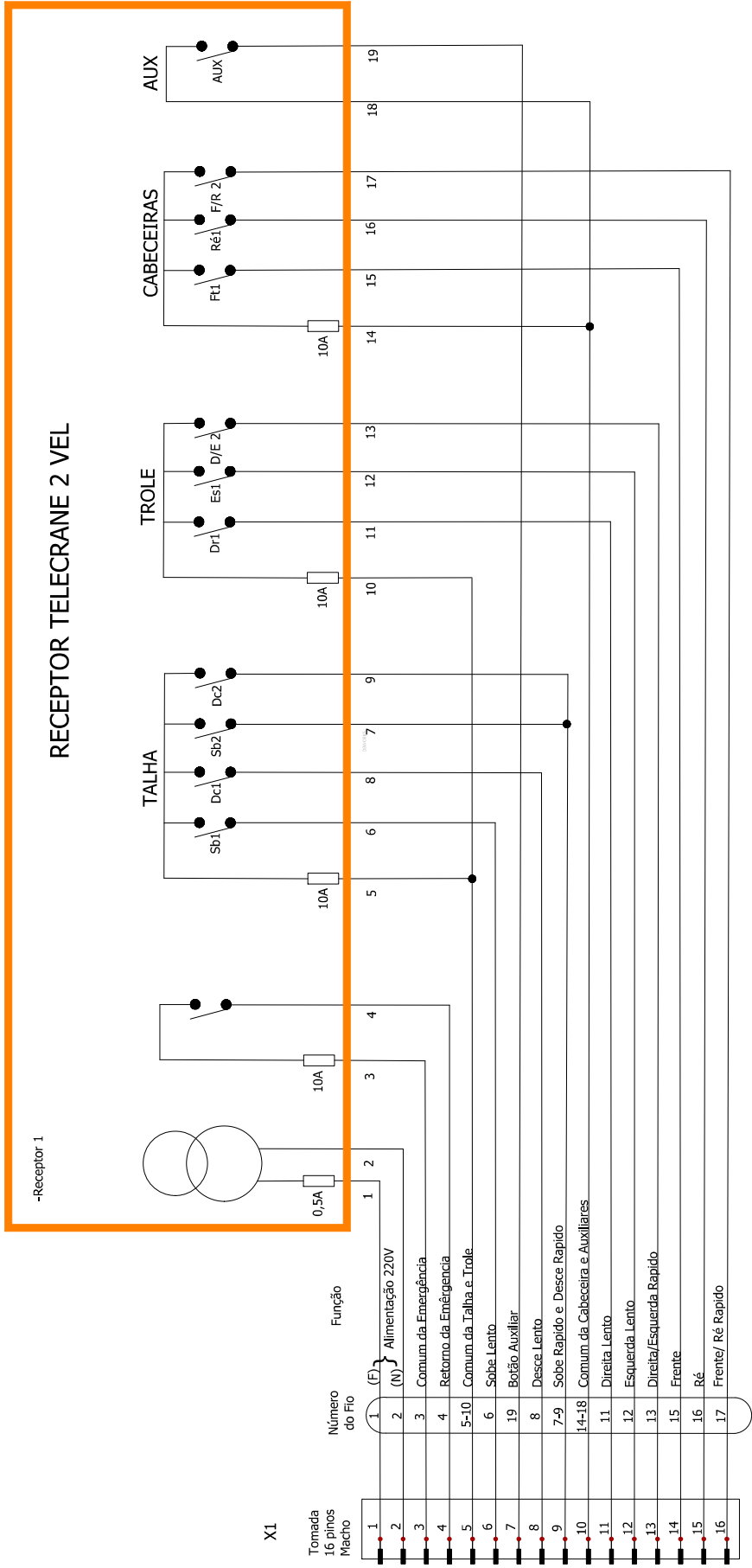
CLIENTE: Unylaser	EQUIPAMENTO: PONTE ROLANTE Painel Abus	Nº SERIE:	REV.: 0
		COD REFERENCIA:	DATA: 23/04/2026





REV. Nº: 0	CLIENTE:		Unylaser										MÁQUINA: Ponte Rolante Painei Abus		FOLHA: 3
PROJETO: Denis															Prox. Folha: 4
APROVAÇÃO: Denis															Total de 7 folhas
DATA: 23/04/2026			GRUPO: CIRCUITO FORÇA DAS CABECEIRAS												





SIAOTECH

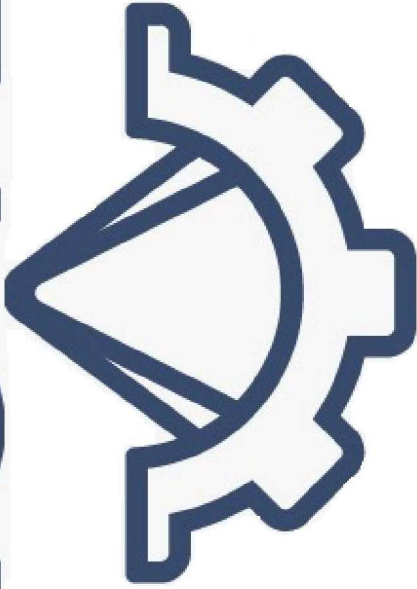
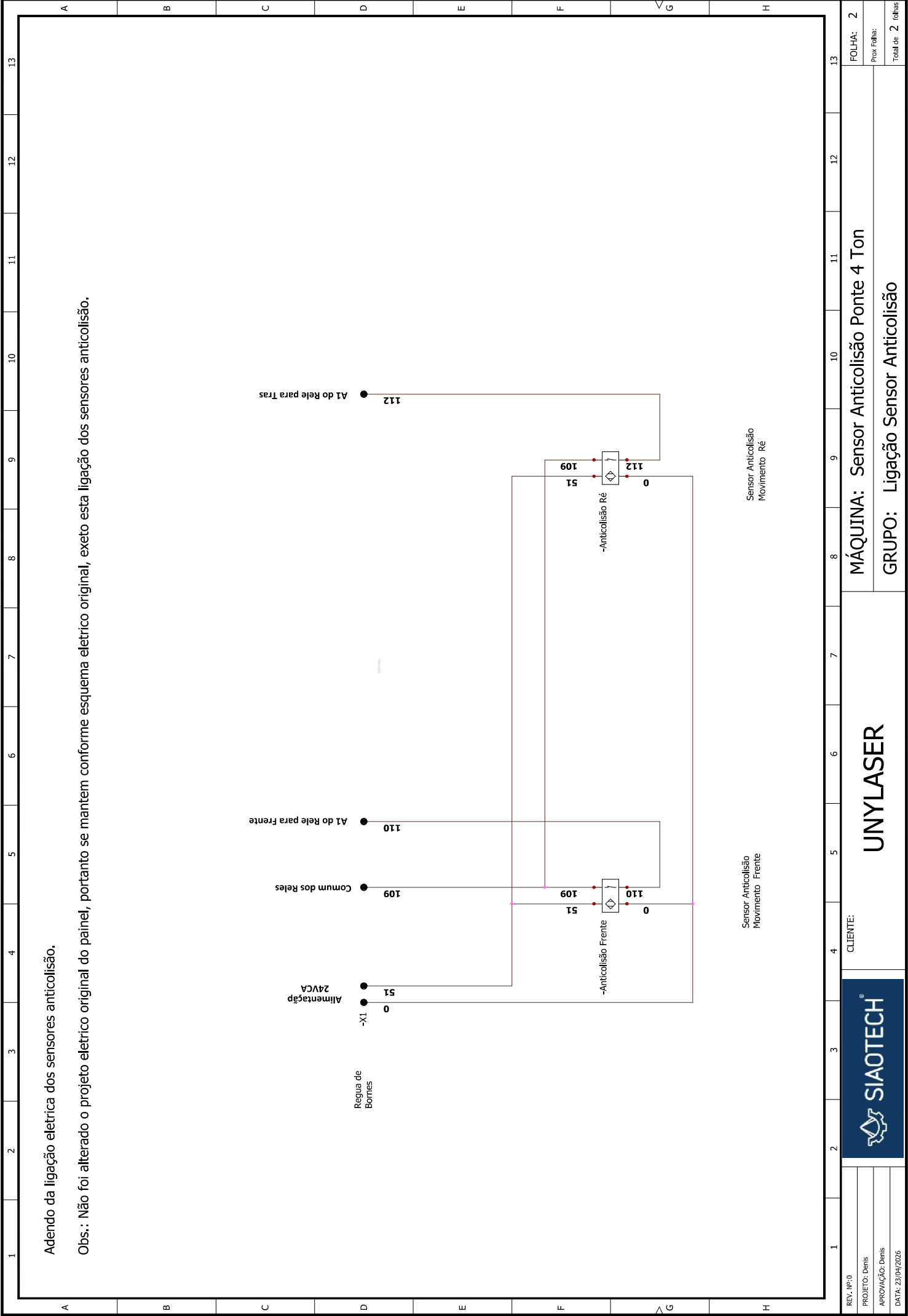


DIAGRAMA ELETRICO

Sensor anticolisão Ponte rolante 4T

CLIENTE: UNYLASER	EQUIPAMENTO: SIAOTECH	Nº SERIE:	REV.: 0
		COD REFERENCIA:	DATA: 23/04/2026



ANEXO D – ART



Tipo: OBRA OU SERVIÇO
Convênio: NÃO É CONVÊNIO
Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS190508
RNP: 2211066380
Empresa: SIAOTECH EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS COMERCIO INDUSTRIA E SERVICO LTDA
Profissional: LUÍS EDUARDO WIECHORECK
Título: Engenheiro Mecânico, Engenheiro de Segurança do Trabalho
E-mail: eduardowie@gmail.com
Nr.Reg.: 266660

Contratante

Nome: SIAOTECH EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS E SERVIÇOS LTDA
Endereço: Rua JERONIMO DEMORI 1474
Cidade: Caxias do Sul
E-mail:
Telefone: (54) 99192 9494
Bairro: SÃO LUIZ
CPF/CNPJ: 43983467000101
CEP: 95074758
UF: RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: UNYLASER INDUSTRIA METALURGICA LTDA.
Endereço da Obra/Serviço: Rua DALTON LAHM DOS REIS 269
Cidade: CAXIAS DO SUL
Finalidade: INDUSTRIAL
Data Início: 14/04/2026
Prev.Fim: 28/04/2026
Bairro: INDUSTRIAL
Vlr Contrato(R\$): 1.500,00
CPF/CNPJ: 05897063000106
CEP: 95112090
Honorários(R\$): 0,00
UF: RS
Ent.Classe:

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Manutenção	Ponte Rolante	1,00	UN
Observações	REFERENTE AO RETROFIT DE UMA PONTE ROLANTE ABUS DE 4 TON.		
Observações	CONFORME PROJETO PR 26 04 031.		
Manutenção	Ponte Rolante	1,00	UN
Observações	REFERENTE AO RETROFIT DE UMA PONTE ROLANTE STRONG DE 1 TON.		
Observações	CONFORME PROJETO PR 26 04 032.		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 16/04/2026

Caxias do Sul/RS - 16/04/2026

Local e Data

Declaro serem verdadeiras as informações acima

LUÍS EDUARDO WIECHORECK

Profissional

De acordo

SIAOTECH EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS E SERVIÇOS LTDA

Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.