



GABRIELA DE OLIVEIRA CARDOSO

RA 1012022100210

LUIS RICARDO P. CAPUANO

RA 1012022100176

PROJETO INTEGRADO

Passarela para animais silvestres

SÃO JOÃO DA BOA VISTA

2025

GABRIELA DE OLIVEIRA CARDOSO RA 1012022100210

LUIS RICARDO P. CAPUANO RA 1012022100176

PROJETO INTEGRADO

Passarela para animais silvestres

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil semipresencial, da faculdade Unifeob, das matérias de Estrutura de aço e madeira e Gerenciamento de obras civis, tendo como professores Cláudia Brandt e Edwin Saldana Aranda.

SÃO JOÃO DA BOA VISTA

2025

1.INTRODUÇÃO

A presença de animais silvestres na região do campus Mantiqueira da UNIFEOB é frequente, em razão da área de preservação ambiental existente nos arredores da faculdade e do Bosque Municipal Gavino Quessa. No entanto, essa região é cortada pela Avenida Octávio Bastos, o que dificulta a travessia dos animais de um lado para o outro. Como consequência, têm sido registrados diversos atropelamentos e mortes de animais silvestres ao tentarem atravessar a via, o que torna urgente a implementação de uma solução para o problema.

Segundo o site ‘O município’, em uma matéria de 2024, lista as seguintes espécies presentes na área:

“Aiub citou que a maritaca, gambá, pomba, ouriço, teiú, seriema, cachorro-do-mato, quati, irara, mão-pelada, tucano-toco, gavião-carcará, capivara, macaco-prego, sagui, sapos, serpentes, morcegos e até mesmo os artrópodes como escorpião e insetos como pernilongos são os mais registrados em conflitos na região de São João. “Sem contar as zonas de predação por ataques de onças, jaguatiricas em cordeiros e gados, dos galinheiros por raposa ou cachorro-do-mato, o javali nas plantações e as lontras em pesqueiros. Com certeza, muitos outros em menor escala como tatu ou periquito-do encontro-amarelo”, destacou o especialista.”

2.DESENVOLVIMENTO

Levando em consideração a problemática em questão, foi-se desenvolvido uma passarela metálica para a passagem segura dos animais, localizada na Avenida Doutor Octávio da Silva Bastos em São João da Boa Vista, SP, em frente ao Campus da Mantiqueira, UNIFEOB. A avenida é classificada como via terciária ou coletora, que faz a ligação interna dos bairros. O tráfego é composto por veículos particulares, comerciais leves, ônibus urbanos e veículos de emergência.

Segundo a NBR 9050, a altura mínima livre de uma passarela sobre uma vida urbana deve ser de 4,50 metros. Considerando a passarela ecológica para animais silvestres, é necessário o uso de Cobertura vegetal ou substrato natural, cercamento direcionador, redução de ruído e iluminação intrusiva.

3.METODOLOGIA

Para o projeto da passarela, foi feito o dimensionamento usando perfis metálicos.

Assim sendo, o trecho escolhido (Figura 1), faz a ligação da área de preservação da faculdade até o Bosque Municipal Gavino Quesa. A passarela possui 30 metros de comprimento e uma altura de 4,50 metros, com rampas de acesso de 15% de inclinação, totalizando 20 metros, dividida em duas seções.



Figura 1 – localização da passarela

O animal de maior porte a utilizar a passarela é o cachorro do mato, com até 70 cm de comprimento em sua fase adulta, pesando até 8,5kg. Comumente andam em pares (casal) acompanhados de 1 a 5 filhotes.

4.LEVANTAMENTO DE CARGAS

Permanentes:

1. Peso próprio – estrutura de perfil metálico - Referência de uso: 100-200 kg/m². Devido a estrutura ser destinada a animais, com cargas mais baixas que humanas, optou-se por uma estrutura média, considerando a necessidade de eventuais manutenções ou resgates de animais.

Peso próprio utilizado - 150 kg/m²

2. Piso metálico – 50 kg/m²

3. Guarda corpo – 50 kg/m²

4. Outros – 20 kg/m²

Total = 270 kg/m²

Área tributária = 1,5 m * 1,5m * /2 = 1,125m² (divido por 2 devido ao uso de duas treliças para compor a passarela.

Cargas permanentes em cada nó = 270 kg/m² * 1,125 m² = 303,75 kg = 3,0375kN

Variáveis:

1. Animais – 100 kg/m²

2. Manutenção/resgate de animais – 100 kg/m²

3. Impactos – 30%

Total = 200 kg/m² * 1,125 m²= 225 kg = 2,25 kN + 30% de impacto

Cargas permanentes em cada nó = 2,925 kN

Combinação para estado de limite de serviço

Carga total em cada nó = 3,0375 +2,925 = 5,9625 kN ≈ 6 kN

5. ESTRUTURA – memorial de cálculo

5.1 Determinação da treliça

A passarela é formada por duas treliças howe, de 30 metros de comprimento e uma altura de 4,50 metros da rodovia. Possui 1,5 metros de largura, proporcionando conforto de locomoção em bando dos animais e facilitando eventuais manutenções ou resgates dos mesmos. A altura do banzo inferior ao superior contabiliza 1,5 metros. Os nós são distribuídos a cada 1,5 metros.

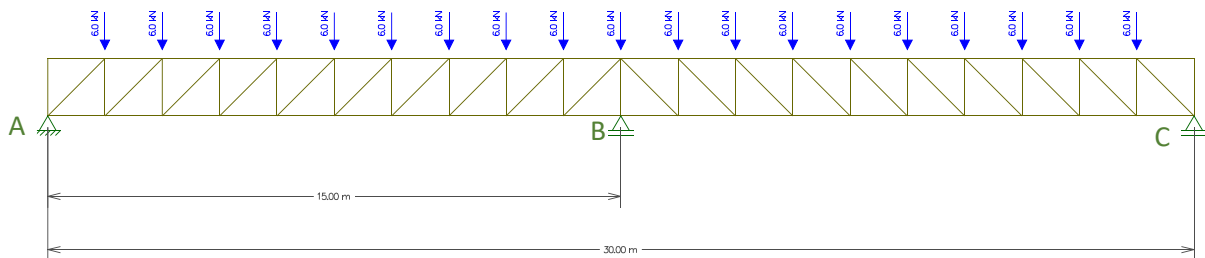


Figura 2 – estrutura da passarela e cargas concentradas

5.2 Distribuição dos apoios

Considerando o vão de 30 metros, caso fossem utilizados apenas os dois apoios laterais, os esforços axiais de tração (no banzo inferior e nos montantes) e compressão (no banzo superior e nas diagonais) ficariam muito altos, tornando inviável a concepção.

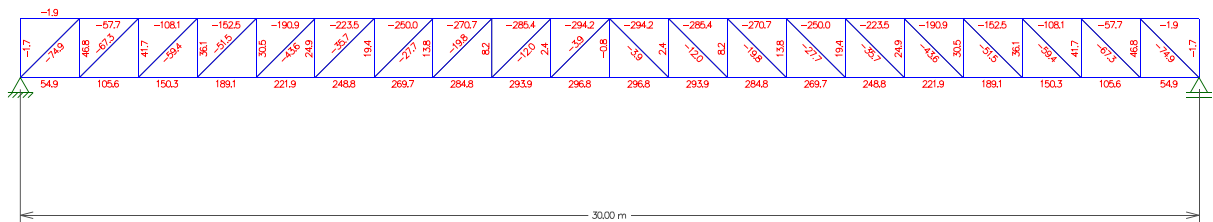


Figura 3 – Esforços axiais com 2 apoios

Portanto, foi adotado um terceiro apoio no centro da estrutura. Assim, os esforços axiais nos banzos e montantes foram diminuídos, uma vez que a carga da estrutura fica melhor distribuída, permitindo o uso de perfis mais leves. Como resultado, a estrutura torna-se mais estável, eficiente e econômica, além de diminuir os riscos de deformações.

Foi utilizado 1 apoio fixo e dois móveis, garantindo a estabilidade da ponte, sem tornar a estrutura hiperestática. Dessa forma, acomoda-se deformações térmicas e recalques diferenciais, evitando esforços indesejados e possíveis danos estruturais.

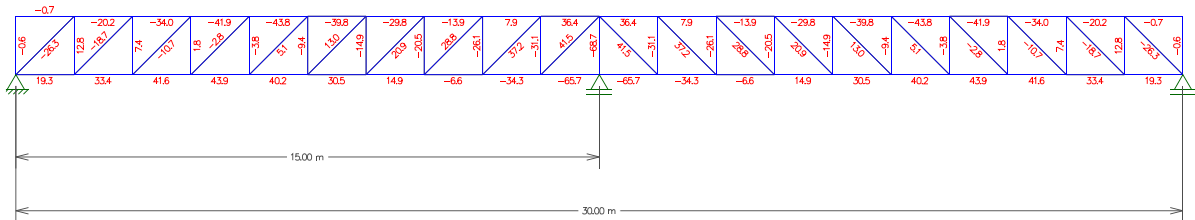


Figura 4 – Esforços axiais com 3 apoios

5.4 Forças axiais na estrutura e momento fletor

Em uma estrutura composta de 3 apoios, as forças axiais de compressão no banzo superior e tração no banzo inferior são invertidas no centro da estrutura, uma vez que o apoio central passa a reagir verticalmente para cima, impedindo a deflexão e gerando um momento fletor negativo. A inversão também acontece com as diagonais e os montantes.

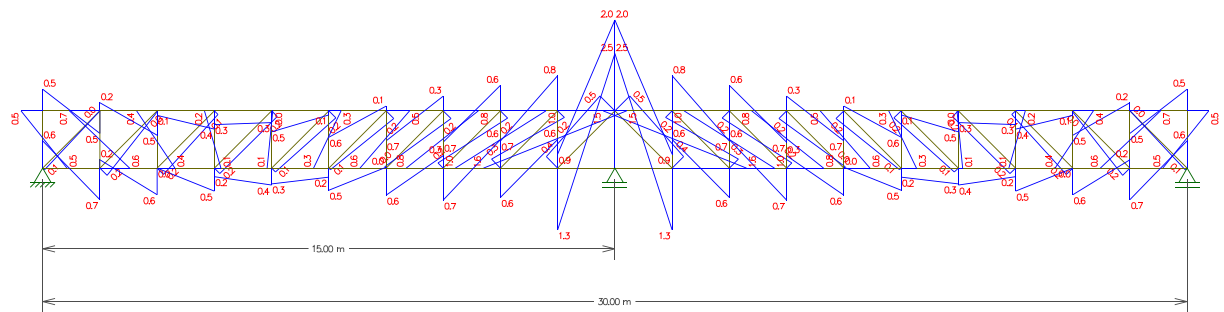


Figura 5 – Momento fletor

5.3 Determinação do perfil a ser utilizado na estrutura

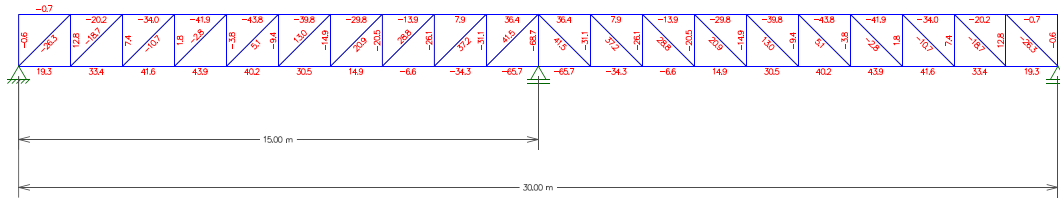


Figura 6 – Esforços axiais

Para a determinação do perfil metálico a ser utilizado, foi levado em consideração o maior esforço de tração de 43,8kN e o maior esforço de compressão de -68,7kN.

Área mínima necessária – Método da tensão admissível

$F_{\text{tensão}} = 43,8 \text{ kN}$

$\sigma = 43,8 \text{ kN} / \text{Área} < \sigma_{\text{adm}} = F_y \text{ (tensão de escoamento)} / FS \text{ (fator de segurança)}$

$\sigma = 43,8 \text{ kN} / A < \sigma_{\text{adm}} = 250000 \text{ kN/m}^2 / 1,5$

$A > 43,8 \text{ kN} / 166.666,66 \text{ kN/m}^2$

Logo, a área da seção deve ser maior de $0,00026 \text{ m}^2 = 2,6 \text{ cm}^2$

Segundo a tabela da Gerdaus, foi determinado o uso perfil do perfil W 150 x 13, caracterizado abaixo:

BITOLA mm x kg/m	Massa Linear kg/m	d mm	b _y mm	ESPESSURA				EIXO X - X				EIXO Y - Y				ESBELTEZ							
				t _w mm	t _f mm	h mm	d' mm	Área cm ²	I _x cm ⁴	W _x cm ³	r _x cm	Z _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³	r _y cm	Z _y cm ³	r _t cm	I _z cm ⁴	Mesa - λ _w b/2.t _w	Alma - λ _w d/t _w	C _w cm ⁴	u m ² /m	BITOLA in x lb/ft
W 150 x 13,0	13,0	148	100	4,3	4,9	158	118	16,6	635	85,8	6,18	86,4	82	16,4	2,22	25,5	2,60	1,72	10,20	27,48	4,181	0,67	W 6 x 6,5

5.4 Verificação da estrutura

Para a verificação da resistência da estrutura quanto a tração, foi feito o cálculo segundo o método das tensões admissíveis e o Método dos estados limites.

Para compressão foi calculado a resistência a flambagem.

-Método das tensões admissíveis:

$\sigma = F/A < \sigma_{\text{adm}} = F_y / FS$

$\sigma = 43,8 \text{ kN} / 0,00166 \text{ m}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 250000 \text{ kN/m}^2 / 1,5$

$\sigma = 26.385,54 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 166.666,66 \text{ kN/m}^2$

O dimensionamento está correto!

-Método dos estados limites (NBR 8800):

F_{yd} = Tensão de escoamento / fator de redução

$$F_{yd} = 250000 \text{ kN/m}^2 / 1,1 = 227.272,727 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma = 26.385,54 \text{ kN/m}^2 < F_{yd} = 227.272,727 \text{ kN/m}^2$$

O dimensionamento está correto!

-Flambagem

Dados:

PERFIL W 150 x 13

Área da seção transversal (A) =	16,6	cm ²
Raio de giração eixo y (r) =	1,56	cm
Momento de inércia (I) =	635	cm ⁴
E =	20000	kN/cm ²
L =	150	cm
k =	1	
Fy =	25	kN/cm ²

1- Esbeltez

$$\lambda = L / r$$

$$\lambda = 150 / 1,56 = 96,154$$

Atende, pois deve ser menor que 200.

2- Tensão crítica de flambagem

$$\sigma_{cr} = \frac{N_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 \cdot E}{(\lambda)^2}$$

$$\sigma_{cr} = \pi^2 \cdot 20000 / 96,154^2$$

$$\sigma_{cr} = 21,35 \text{ kN/cm}^2$$

3- Carga Crítica de flambagem

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(K \cdot L)^2}$$

$$N_{cr} = \pi^2 * 20000 * 635 / (1*150)^2$$

$$N_{cr} = 5570,8 \text{ kN}$$

4- Índice de esbeltez reduzido λ_0 , segundo NBR 8800:2008

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{A x f_y}{\lambda}}$$

$$\lambda_0 = \sqrt{16,6 * 25 / 96,154}$$

$$\lambda_0 = 2,0775$$

5- Fator de redução

5.3.3 Fator de redução χ

5.3.3.1 O fator de redução associado à resistência à compressão, χ , é dado por:

$$\text{- para } \lambda_0 \leq 1,5: \chi = 0,658^{\lambda_0^2}$$

$$\text{- para } \lambda_0 > 1,5: \chi = \frac{0,877}{\lambda_0^2}$$

$$\chi = 0,877 / 2,0775^2$$

$$\chi = 0,2032 \text{ kN}$$

6- Resistência à compressão do perfil

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi A_g f_y}{\gamma_{al}}$$

Coefficiente de segurança do aço = 1,1

$$N_{c,Rd} = 0,2032 * 16,6 * 25 / 1,1$$

$$N_{c,Rd} = 76,661 \text{ kN.}$$

Atende, pois compressão requerida no projeto = 68,7 kN.

6. ORÇAMENTO

ORÇAMENTO						
DOCUMENTAÇÃO		OBSERVAÇÕES	VALOR UNI	QUANT.	VALOR TOTAL	
Projeto executivo e memorial descritivo		2,82% do custo da obra ou de R\$50,00 a 204,00 m ²			R\$ 6.600,00	
Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)		10 dias para emissão	R\$ 241,77	1	R\$ 241,77	
Alvará de licença de construção		4 dias para emissão	R\$ 300,00	1	R\$ 300,00	
INFRAESTRUTURA		OBSERVAÇÕES	VALOR UNI	QUANT.	VALOR TOTAL	
Refeitório (container)		valor mensal	R\$ 903,75	2	R\$ 1.807,50	
Banheiro químico (2 unidades)		valor diário	R\$ 150,00	60	R\$ 9.000,00	
Container para armazenamento de materiais		valor diário	R\$ 150,00	60	R\$ 9.000,00	
Água e energia		valor mensal	R\$ 4.000,00	2	R\$ 8.000,00	
MATERIAL		DIMENSÃO	QUANTIDADE	VALOR UNI	FRETE	VALOR TOTAL
Perfil W 150 mm x13kg m		12 m	29	R\$ 1.632,29	R\$ 1.500,00	R\$ 48.836,41
Perfil W 150 mm x13kg m		6 m	3	R\$ 843,06	R\$ 1.500,00	R\$ 4.029,18
Piso metálico antiderrapante galvanizado		1,5x6x0,005m	9	R\$ 3.509,20	R\$ 500,00	R\$ 32.082,80
Guarda corpo em aço A36 galvanizado (rampa)		1mx1m	42,8	R\$ 310,00	R\$ 500,00	R\$ 13.768,00
Tela galvanizada fio 18 malha 20mm - passarela		1,5m x 10m	9	R\$ 748,00	R\$ 500,00	R\$ 7.232,00
Tela galvanizada Fio 16 Malha 30mm - guarda corpo		1,0m x 5m	18	R\$ 311,00	R\$ 500,00	R\$ 6.098,00
Grama Sintética 20mm com proteção UV e Anti-Fungo		1,5 m x2,0m	30	R\$ 159,60	R\$ 436,00	R\$ 5.224,00
MÃO DE OBRA		OBSERVAÇÃO	QUANTIDADE	VALOR UNI		VALOR TOTAL
Topógrafo		Mensal	1	R\$ 3.500,00	-	R\$ 3.500,00
Montagem da estrutura (+solda)		R\$ 250,00 por m ²	76	R\$ 250,00	-	R\$ 19.000,00
Pré montagem das treliças		R\$ 250,00 por m ²	76	R\$ 250,00		R\$ 19.000,00
Pintura		25% valor da compra				R\$ 13.216,40
FERRAMENTAS		OBSERVAÇÃO	QUANTIDADE	VALOR UNI		VALOR TOTAL
Guindaste		a diária	15	R\$ 1.300,00		R\$ 19.500,00
Parafusadeira		Mensal	1	R\$ 500,00		R\$ 500,00
Plataforma elevatória		a diária	15	R\$ 600,00		R\$ 9.000,00
Estaca hélice contínua		200,00/m linear	30	R\$ 200,00		R\$ 6.000,00
TOTAL DA OBRA=						R\$ 241.936,06

7. PLANEJAMENTO FÍSICO FINANCEIRO DE CONSTRUÇÃO

Proposta de Instalação de Passarela Metálica Pré-Moldada em Avenida

7.1. Introdução

- Objetivo: Implantação de passarela metálica pré-moldada para melhorar a segurança dos animais silvestres e a fluidez do tráfego.

- Justificativa: Necessidade de travessia segura em uma área com fluxo de veículos.

7.2. Descrição do Projeto

- Especificações da Passarela: Estrutura metálica, com vão livre adequado para tráfego de veículos.

- Acessibilidade: Rampas e sinalização em conformidade com normativas em vigor.

7.3. Cronograma do Projeto

- Fase 1: Planejamento e Aprovações

- Análise de viabilidade, esboço de projeto e levantamento de todos os detalhes.

- Consultas com entidades locais e obtenção das licenças necessárias.

- Fase 2: Finalização de projeto

- Apresentação de projeto técnico concluído.

- Apresentação de memorial de cálculos.

- Apresentação de documentos necessários para início de obra.

- Fase 3: Considerações de Segurança e Meio Ambiente

- Medidas para minimizar impactos ambientais.

- Plano de segurança para trabalhadores e pedestres.

- Fase 4: Preparação do Canteiro de Obras

- Delimitação e preparação do local de construção.

- Instalação de containers para armazenamento de materiais e banheiros químicos de acordo com o estabelecido na NBR18.

- Identificação de área adequada e de fácil acesso.

- Instalação de sistemas de segurança e controle de acesso

- Fase 5: Fabricação e Transporte

- Fabricação das partes metálicas pré-moldadas.

- Logística de transporte até o canteiro.

- Fase 6: Instalação

- Mobilização dos órgãos competentes para fechamento parcial e sinalização de obra em via pública.

- Montagem das fundações e estrutura base.

- Instalação das estruturas pré-moldadas e acabamentos finais.

- Fase 7: Revisão e Conclusão

- Inspeção de conformidade e segurança.

- Ajustes finais e limpeza do local.

ETAPA	MÊS 1	CUSTO	% ORÇ.	MÊS 2	CUSTO	% ORÇ.	MÊS 3	CUSTO	% ORÇ.	MÊS 4	CUSTO	% ORÇ.
Planejamento e aprovações	Análise de viabilidade, esboço de projeto e levantamento de todos os detalhes. - Consultas com entidades locais e obtenção das licenças necessárias.	R\$ 6.600,00	2,77%									
Finalização de projeto		R\$ 238.658,26		Apresentação de projeto técnico concluído (projeto executivo) - Apresentação de memorial de cálculos. Apresentação de documentos necessários para início de obra.								
Considerações de segurança e meio ambiente				Medidas para minimizar impactos ambientais. - Plano de segurança para trabalhadores e pedestres.	R\$ 109.789,16	46%						
Preparação do canteiro de obra				Identificação de área adequada e de fácil acesso Delimitação do local de construção			Instalação de containers para armazenamento de materiais e banheiros químicos de acordo com o estabelecido na NBR 18. Instalação de sistemas de segurança e controle de acesso Limpeza da área necessária e Escavação da fundação	R\$ 55.620,15	23%			
Fabricação e transporte				Fabricação das partes metálicas pré-moldadas.			Fabricação das partes metálicas pré-moldadas.			Logística de transporte até o canteiro		
Instalação										Mobilização dos órgãos competentes para fechamento parcial e Montagem das fundações e estrutura base Instalação das estruturas pré-moldadas e acabamentos finais	R\$ 66.648,95	28%
Revisão e conclusão										Inspeção de conformidade e segurança Ajustes finais e limpeza do local		
											TOTAL=	R\$ 238.658,26 100%

8.CONCLUSÃO

A construção da passarela terá impacto benéfico para o aumento da segurança dos animais silvestres, e também dos pedestres e veículos que circulam pela região do Campus da Mantiqueira. Além de agregar valor estético à infraestrutura da avenida e valor ambiental ao cuidado com a fauna local.

9.BIBLIOGRAFIA

<https://www.omunicipio.ior.br/wordpress/2024/02/07/veterinario-pede-apoio-para-evitar-mortes-de-animais-silvestres/>

Course: The Engineering of Structures Around Us – Dartmouth College

<https://learning.edx.org/course/course-v1:DartmouthX+DART.ENGS.02.X+1T2022/home>

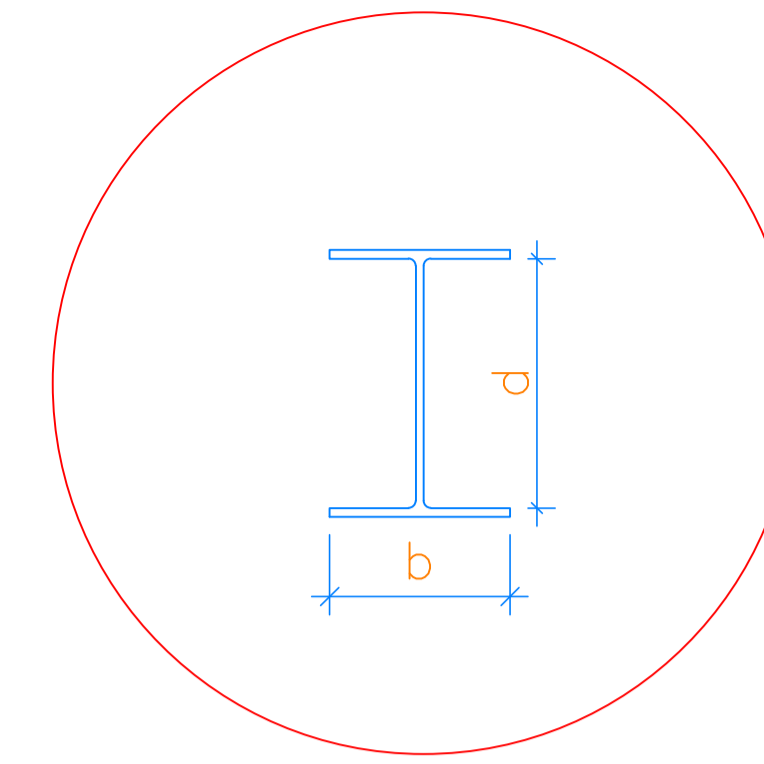
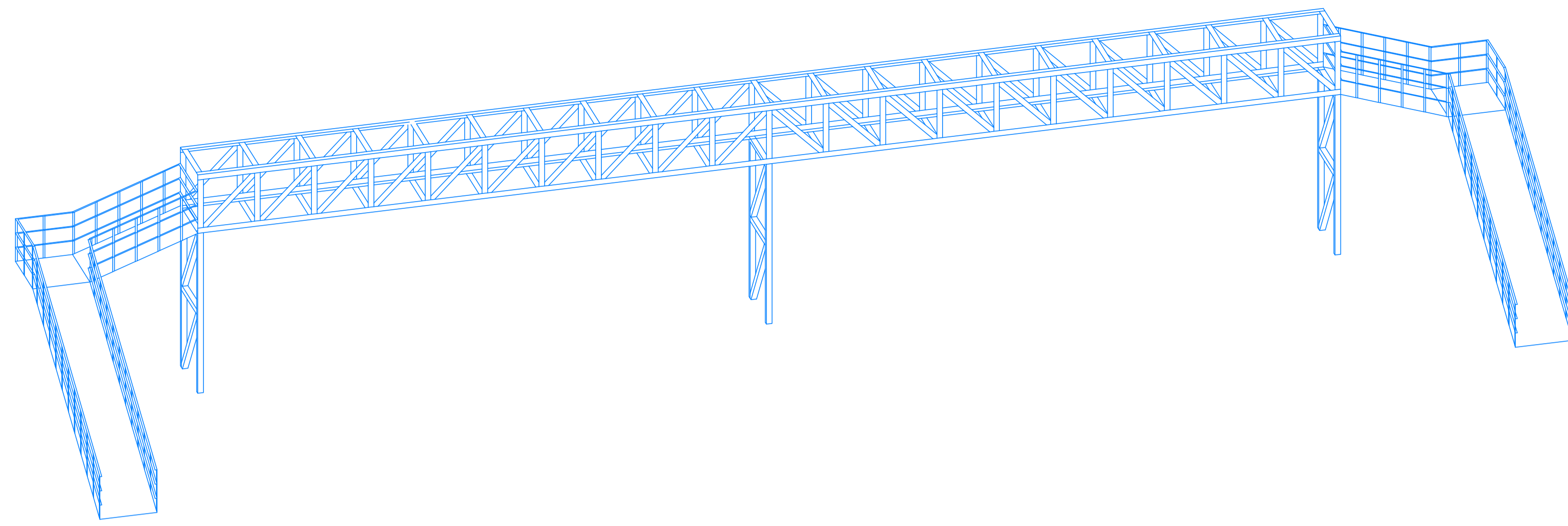
Materiais orçados:

Viga - <https://www.gravia.com/viga-i-laminada-astm-a572-w-150-x-13-0/p?srsId=AfmBOorQHdIKfxhubgWXRvkpJnZNvt7OUYSa6lhep75lG68tt5QXqyNc>

Tela - https://www.wiremarket.com.br/MLB-5127603526-tela-viveiro-passaros-aramo-fio-18mm-malha-20mm-10m-x-150m-JM?highlight=false&headerTopBrand=false#polycard_client=search-nordic-mshops&position=2&search_layout=grid&type=item&tracking_id=26704c80-9eb4-4bf3-8bc0-0da9b4891fd7&wid=MLB5127603526&sid=search

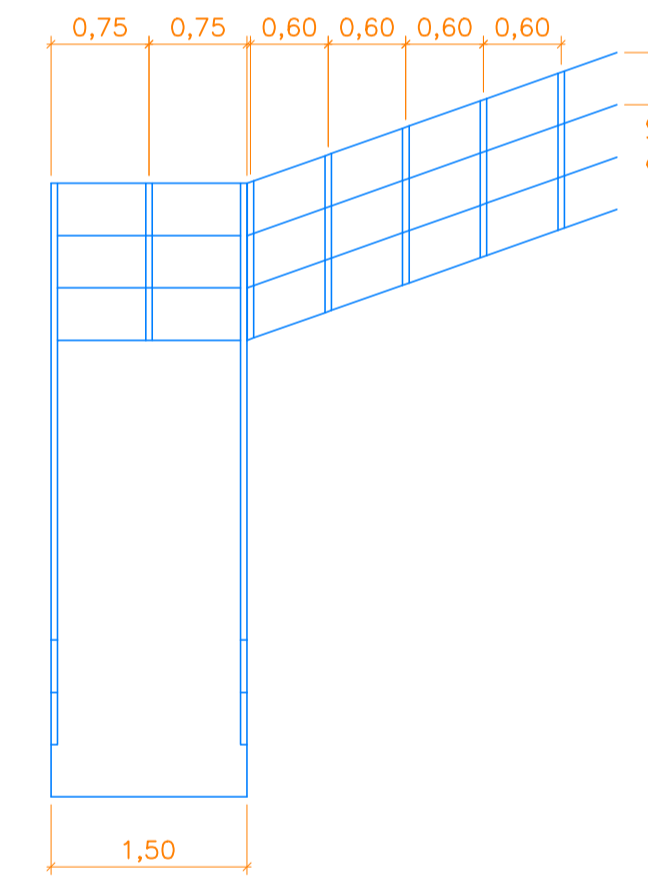
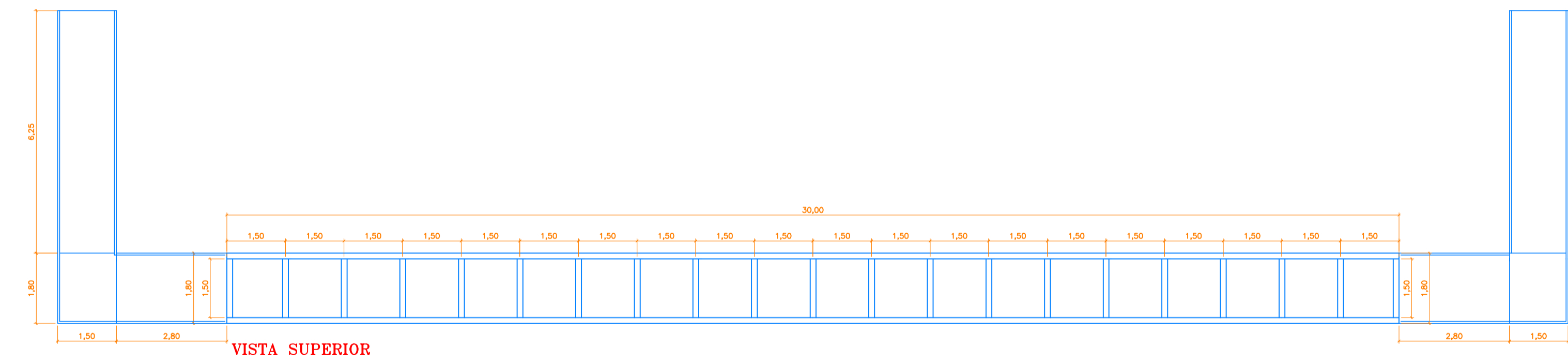
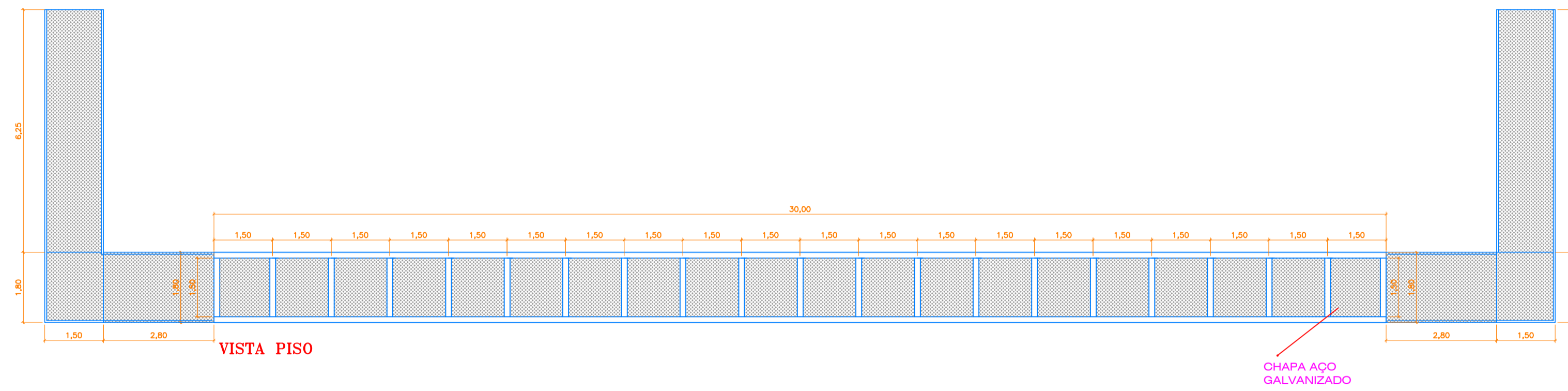
Guarda corpo - <https://qualshop.com.br/produto/guarda-corpo-de-protecao-robusto-nbr-9050/>

Gramma sintética - <https://supergramas.com.br/produtos/gramma-sintetica-artificial-20mm-3m-com-protecao-uv-e-anti-fungo-200-x-150m/>

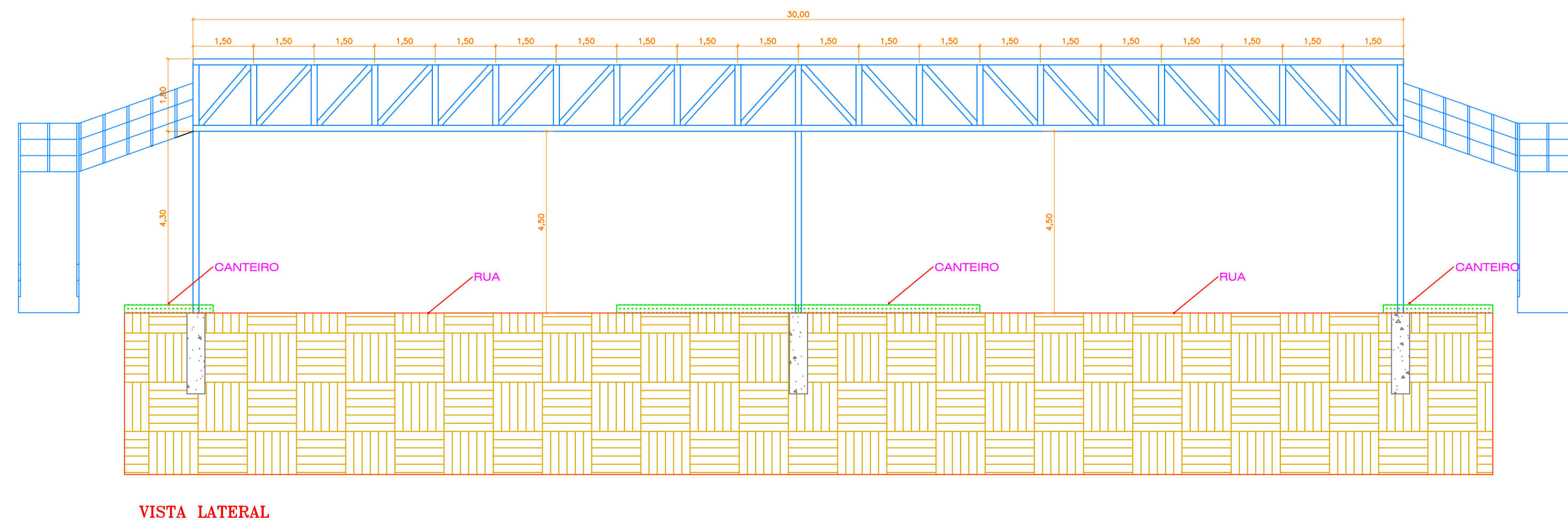


PERFIL METÁLICO AÇO A36 "W"

d	b
148mm	100mm



VISTA DETALHES GUARDA CORPO



VISTA LATERAL

Projeto Completo		Folha Única
Assunto :		
Local :		
Proprietário :		
ZONA : MU-AD		
Situação sem Escala		PROPRIETÁRIO
Não serve para fim de Locação		AUTOR DO PROJETO: