

**CONSTRU  
METAL**  
2023

**2 1 s e t**  
8 h - 21 h  
allianz parque  
são paulo - sp

# CONTRIBUIÇÕES TECNOCIENTÍFICAS

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO/PROMOÇÃO

**Francal Feiras** DESDE 1969

# PROJETO DE UM VIADUTO RODOVIÁRIO COM LONGARINAS MISTAS (AÇO- CONCRETO) HÍBRIDAS COM AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA

Diego Fernandes Moreira, Graduando em Engenharia Civil - UnB  
Engenheira Civil Raylane de Souza Castoldi, DSc. - ArcelorMittal  
Professor Guilherme Santana Alencar, DSc. - UnB



# 1- INTRODUÇÃO

## 1.1 - Justificativa e Objetivos

- Estudar o comportamento das OAE perante carga móvel e aço de alta resistência;
- Uso de superestrutura mista (aço-concreto) e longarinas híbridas;
- Avaliar a eficiência do viaduto com a utilização do aço ASTM A572 no lugar do SAC-350.

## 2- METODOLOGIA

### 2.1 - Normas

- ABNT NBR 16694:2020;
- ABNT NBR 8800:2008;
- ABNT NBR 7188:2013.

### 2.2 - Softwares

- Autodesk Robot Structural Analysis 2024;
- Excel - Results Connect;
- Memória de cálculo conforme CBCA, com auxílio do Maple.

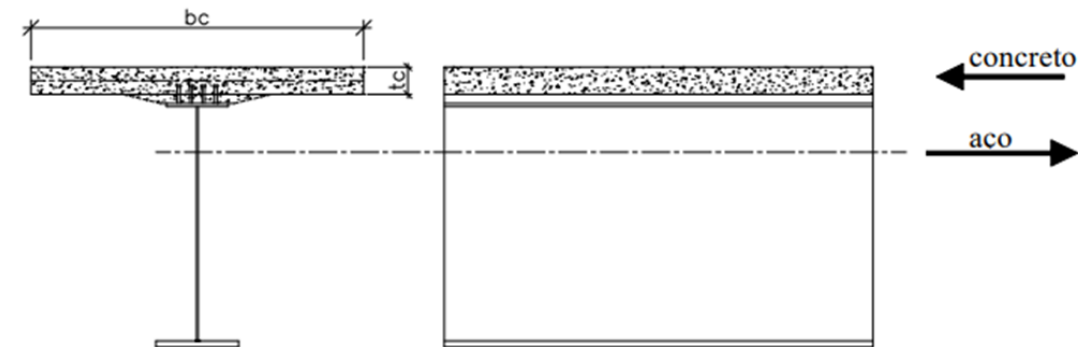


## 3- DIMENSIONAMENTO

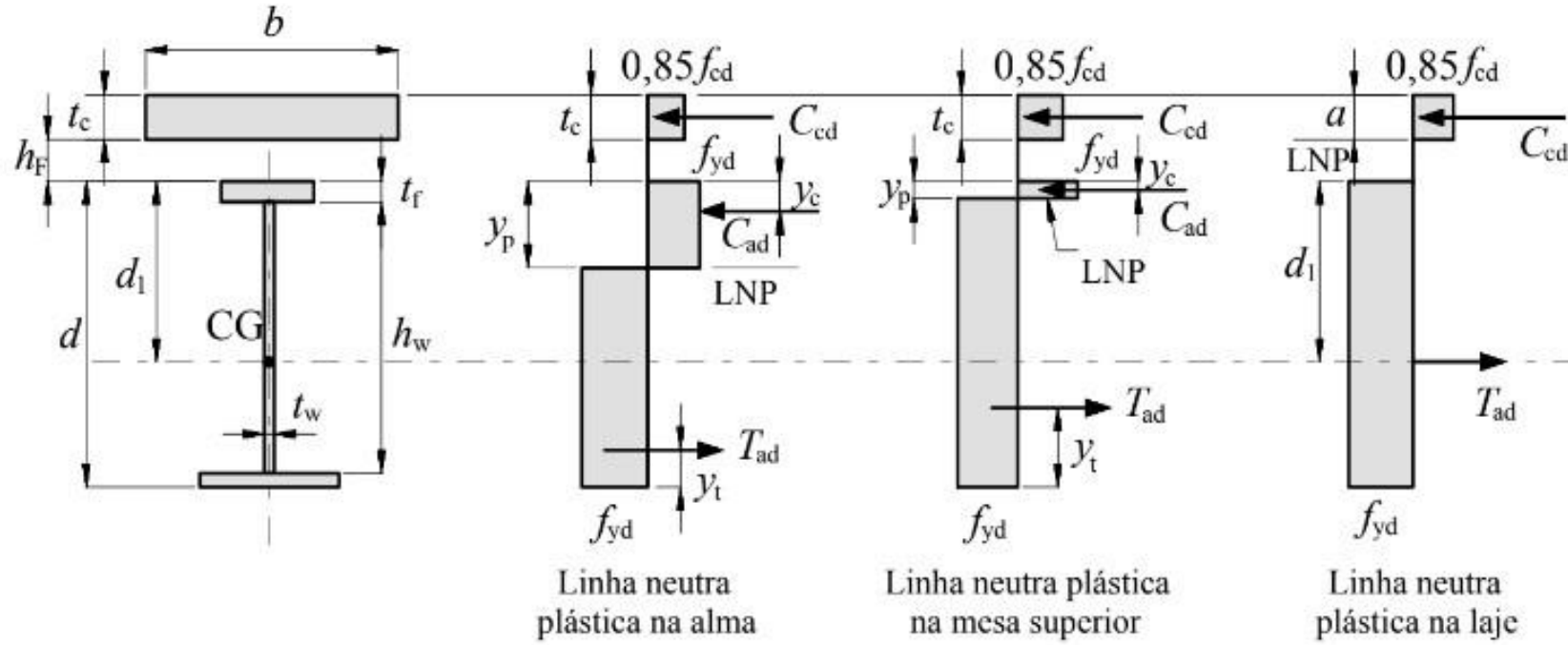
3.1-  $Sd \leq Rd$ ;

3.2- Verificação dos Estados-Limites Último (ELU):

- Viga como único elemento estrutural; FLA, FLM e FLT.
- Viga mista como elemento estrutural. Interação completa.



Fonte: PINHO & BELLEI (2020)

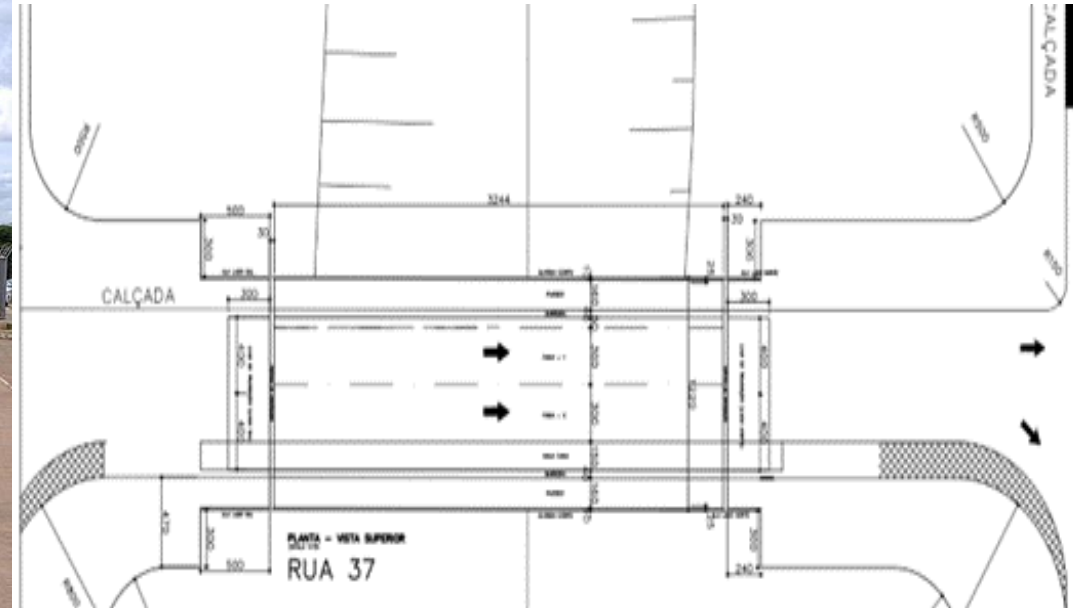


Fonte: NBR 8800 (ABNT, 2018)

## 4- LONGARINA HÍBRIDA

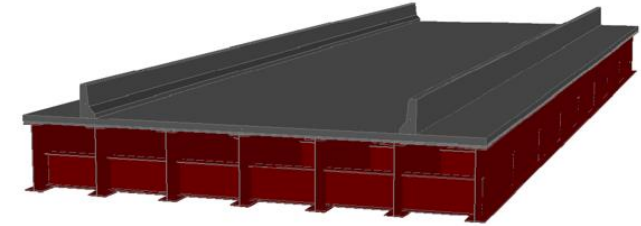
- Combinação de dois aços de resistências diferentes;
- Tensões nas mesas são maiores do que na alma;
- Redução do consumo de aço nas mesas;
- Melhoria da estabilidade da alma.

## 5- DESCRIÇÃO DO VIADUTO



Fonte: Novacap

## 5- DESCRIÇÃO DO VIADUTO



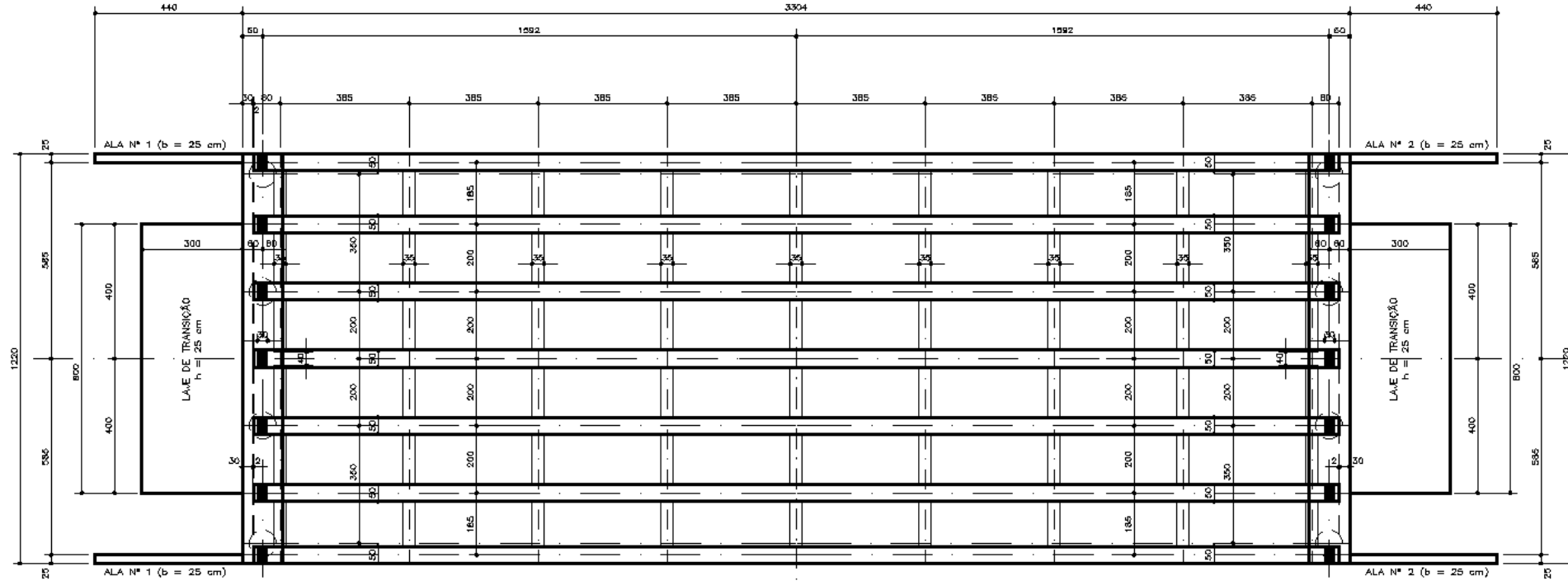
– Elementos de aço da estrutura do viaduto [8].

Fonte: Autores

### PEÇAS METÁLICAS (AÇO SAC-350)

PEÇA	SEÇÃO	ESP. (mm)	COMPR. (mm)	PESO (kg/m)	QUANTID.	PESO TOTAL (kg)
Longarina	VS 1800 x 418	-	32.400	417,7	7	94.734,36
Diafragma	VS 900 x 159	-	1.987	158,5	36	11.337,83
Diafragma	VS 900 x 159	-	1.837	158,5	18	5.240,97
Enrijecedores	150 x 1737	10	-	20,8	28	582,40
Cantoneira L <sup>1</sup>	300 x 100	3	32.400	10,3	2	667,44
Chapa <sup>2</sup>	400 x 500	16	-	26,0	14	364
TOTAL						112.927

# 5- DESCRIÇÃO DO VIADUTO

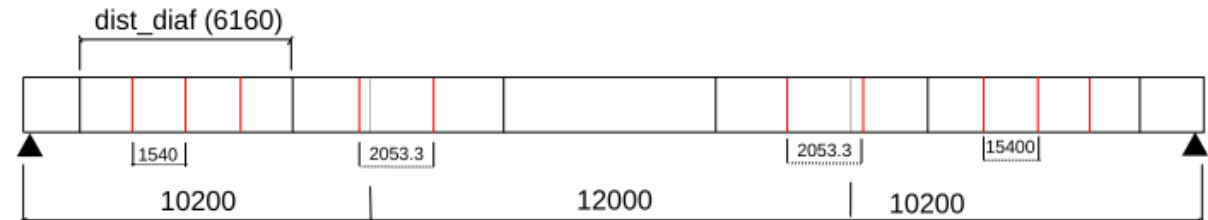


Fonte: Novacap

## 5- DESCRIÇÃO DO VIADUTO

### 5.1 - Configuração comparativa:

- Longarina dividida em três trechos:
  - Central com 12 m;
  - Externos com 10,20 m.
- Contraventamentos;
- Enrijecedores transversais;
- Peso do aço: 88 Ton.

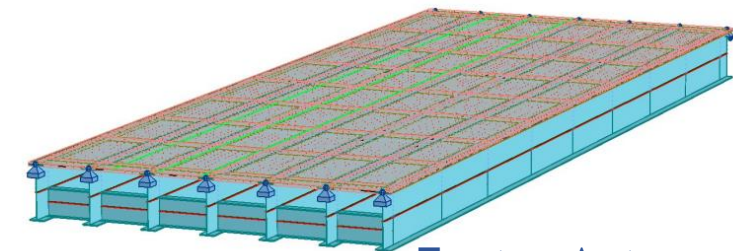
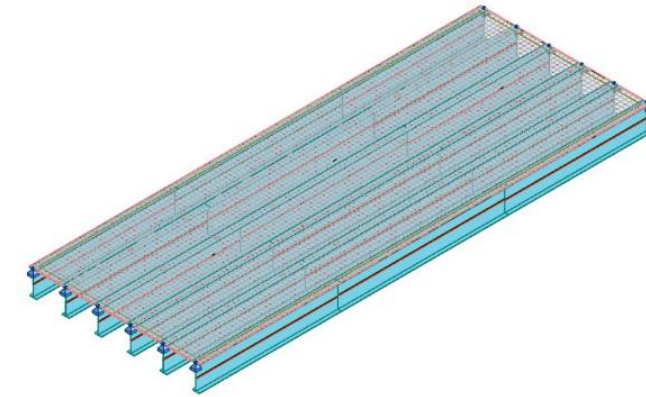


ASTM A572 Grau 65	ASTM A572 Grau 50
$f_y = 450 \text{ MPa}$	$f_y = 350 \text{ MPa}$
$f_u = 550 \text{ MPa}$	$f_u = 450 \text{ MPa}$
$E_a = 200\,000 \text{ MPa}$	$E_a = 200\,000 \text{ MPa}$

## 5- DESCRIÇÃO DO VIADUTO

### 5.1 - Configuração comparativa:

	7 Longarinas	6 Longarinas		unidade
		PERFIL 1 - Central	PERFIL 2 - Extremos	
Altura do perfil (d)	1800	1800	1800	mm
Espessura da alma (tw)	12,50	12,5	12,5	mm
Mesa superior (bs)	500	500	500	mm
Mesa inferior (bi)	500	500	500	mm
Espessura da mesa inferior (ti)	31,5	32	32	mm
Comprimento do perfil (c)	-	12000	10200	mm
Espessura da mesa superior (ts)	31,5	32	25	mm
Área (A)	532,125	536,9	502	cm <sup>2</sup>
Massa linear	417,7	421,5	394,2	kgf/m
Altura da alma (h)	1737	1735	1736	mm



Fonte: Autores

mesa inferior menor que 31,5 mm não é recomendado.

## 6- RESULTADO E CONCLUSÃO

### 6.1 - Antes da cura do concreto:

1,20\*CP1 + 1,25\*1,0 kN/m (durante a construção)

Com 7 Longarinas	
MSd	265281,33 kNcm
MRd	598626,08 kNcm

Com 6 Longarinas	
MSd	294376,7 kNcm
MRd	1060167 kNcm

## 6- RESULTADO E CONCLUSÃO

### 6.2 - Após a cura do concreto:

1,30\*CP1 + 1,35\*CP2 +1,5\*CM (peso próprio e tráfego normal sem vento)

#### Tensões resistentes e solicitantes de cálculo kN/cm<sup>2</sup>

##### MESAS

	7 Longarinas		6 Longarinas			
			Extremidade		Centro	
	Ponta	Meio	Ponta	Meio	Ponta	Meio
F <sub>b</sub> (Resistente)	31,82	31,82	40,91	40,91	40,88	40,91
F <sub>b</sub> solicitante Mesa superior	17,92	14,05	12,81	11,24	15,27	15,04
F <sub>b</sub> Solicitante Mesa inferior	25,31	23,79	17,98	17,32	22,18	26,25

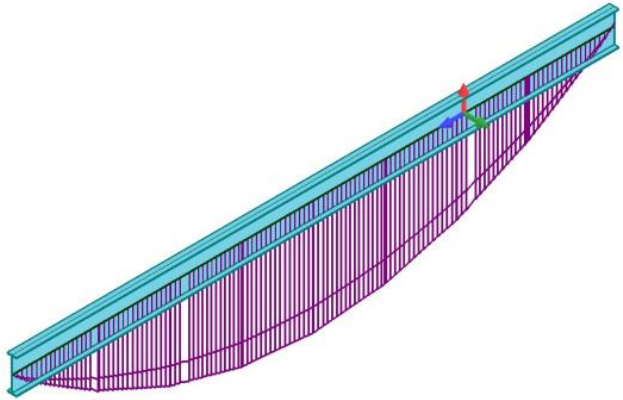
##### ALMA

##### TABULEIRO

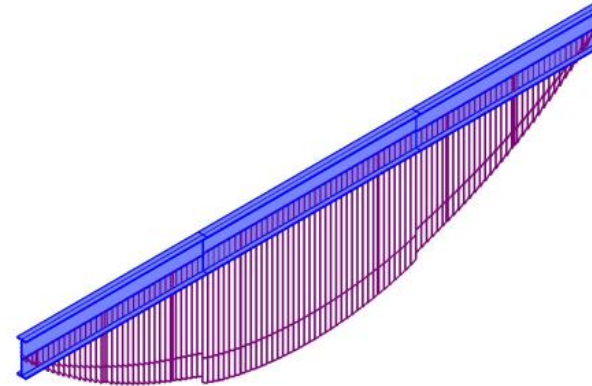
	7 Longarinas	6 Longarinas		7 Longarinas	6 Longarinas
F <sub>v</sub> (Resistente)	19,09	19,09	F <sub>c</sub> (Resistente)	2,14	2,14
F <sub>v</sub> (solicitante)	8,56	11,73	F <sub>c</sub> (solicitante)	1,36	0,93

## 6- RESULTADO E CONCLUSÃO

### 6.2 - Após a cura do concreto:



$$M_{sd} = 9441,01 \text{ kNm}$$



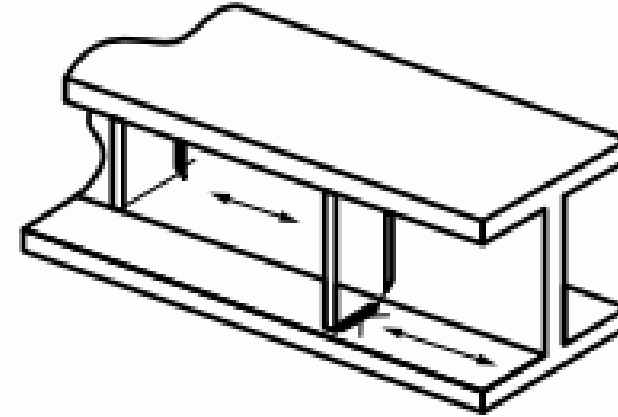
$$M_{sd} (\text{centro}) = 10365,55 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} (\text{Extremidade}) = 8508,23 \text{ kNm}$$

## 6- RESULTADO E CONCLUSÃO

### 6.3 - Verificação da Fadiga:

- Conexão de enrijecedores soldados;
- Número de ciclos =  $2 \times 10^6$
- $C_f = 44 \times 10^8$
- $\sigma_{TH} = 83 \text{ MPa}$

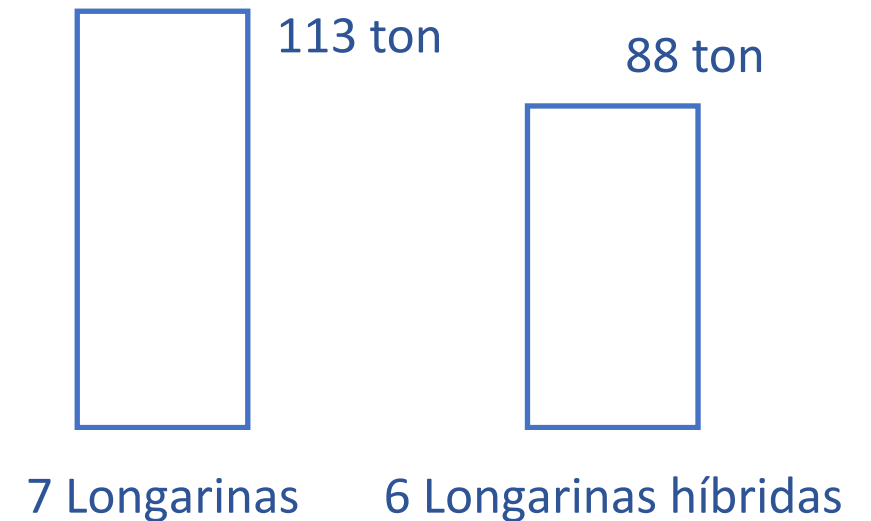


Fonte: PINHO & BELLEI (2020)

$$\sigma_{SR} = 89,2 \text{ MPa} \geq \sigma_{TH} = 83 \text{ MPa}$$
$$\Delta_f = 68 \text{ MPa}$$

## 6- CONCLUSÃO

- Demonstrou as verificações necessárias para a construção de uma ponte rodoviária;
- Valores de Momento Solicitante de Cálculo muito próximos;
- Maior resistência da estrutura com o uso do aço de alta resistência;
- Mesas inferiores têm maior influência nas tensões;



# OBRIGADO!



Diego Fernandes Moreira

# CONSTRU METAL 2023

**2 1 s e t**  
8 h - 21 h  
allianz parque  
são paulo - sp



@congressoconstrumetal  
congressoconstrumetal.com.br

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO/PROMOCIÓN

**Franca! Feiras** DESDE 1969