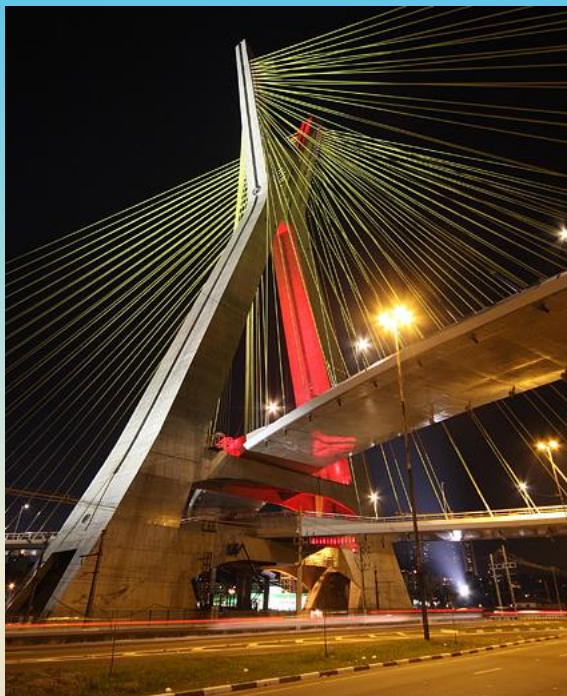




# “INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA O DESENVOLVIMENTO NACIONAL”



**Ponte Octávio Frias de Oliveira - SP**



**Ponte sobre o rio Negro - AM**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

# *Ponte estaiada Octavio Frias de Oliveira (São Paulo - SP)*

Construtora: O.A.S



## Concepção da estrutura

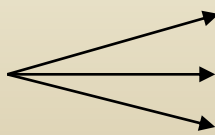
Projeto Básico  
(Duas pontes independentes)



Projeto Executivo  
(Uma única obra)



*Projeto inovador*



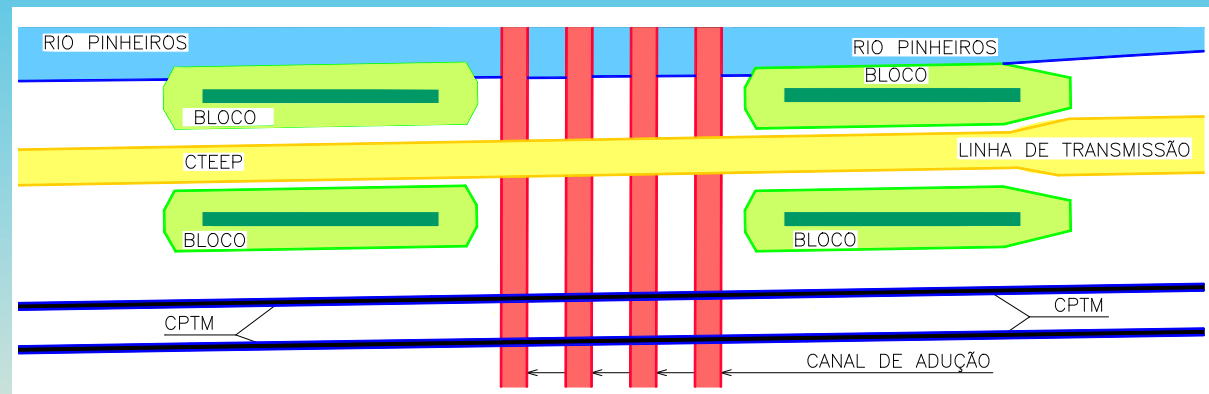
- Dois tabuleiros curvos sobrepostos
- Mastro único
- Estrelaçamento dos estais



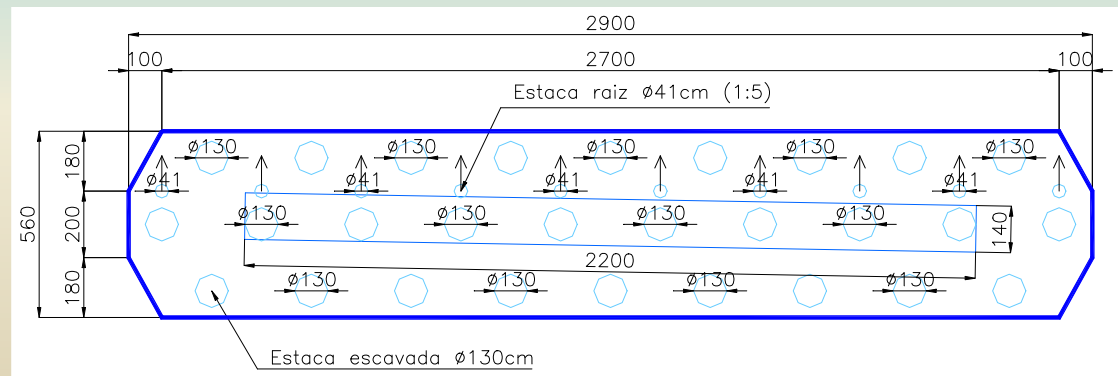
## Fundação:

### Interferências locais

- Linha de transmissão
- Canal de adução
- Rio Pinheiros
- Marginal Pinheiros

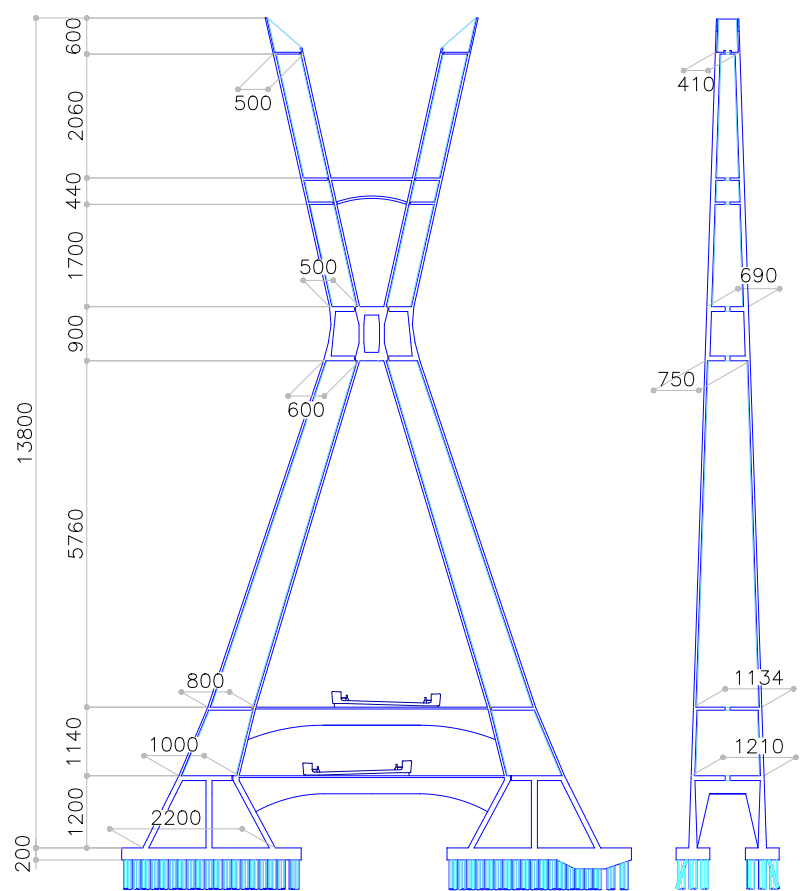


- 28 estacões  $\phi 130\text{cm}$
- 10 estacas raiz  $\phi 41\text{cm}$





## Mastro:

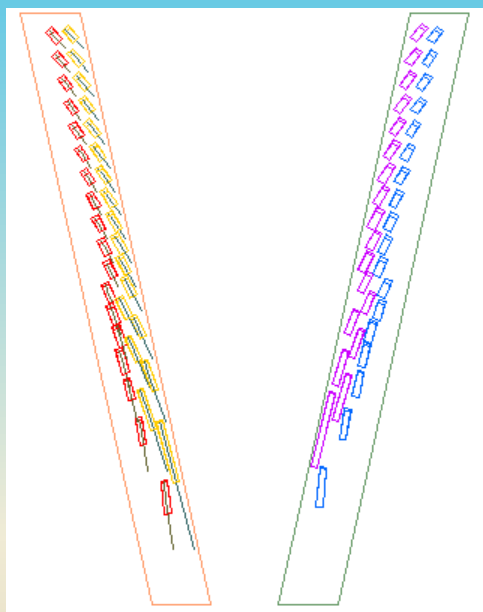


- Altura elevada (138m) quando comparada com outras pontes de mesmo vão, porém necessária para assegurar o gabarito mínimo de 6,0m.



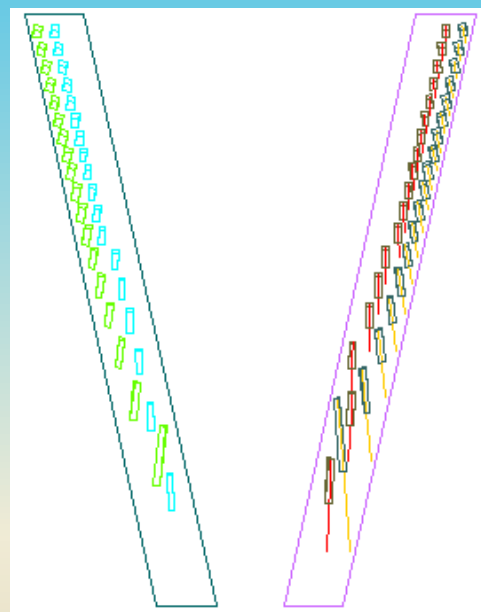
# SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

**Mastro:**  $90,0m < N < 132,0m$



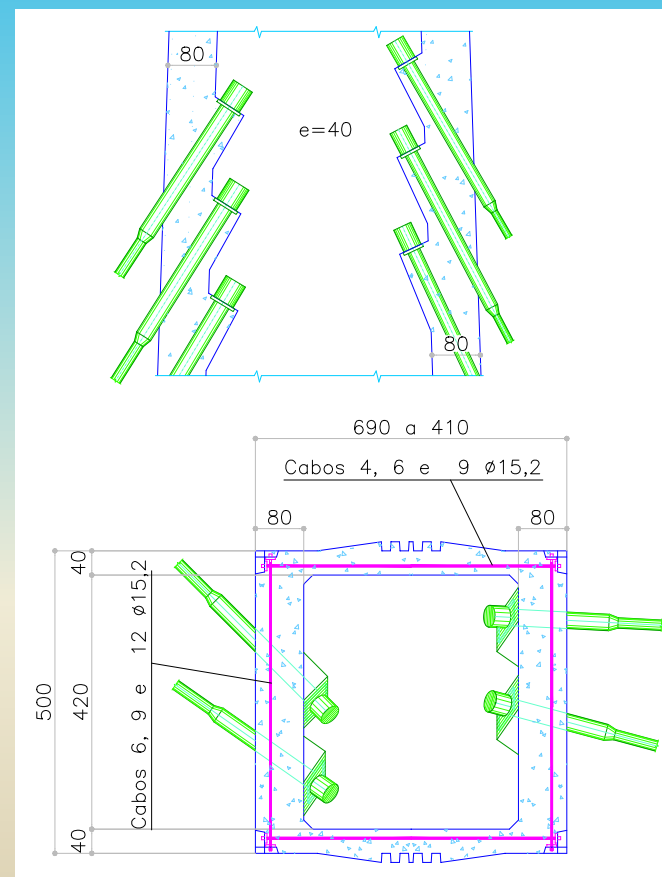
Posição dos ressaltos

(Av. Marginal Pinheiros)



Posição dos ressaltos

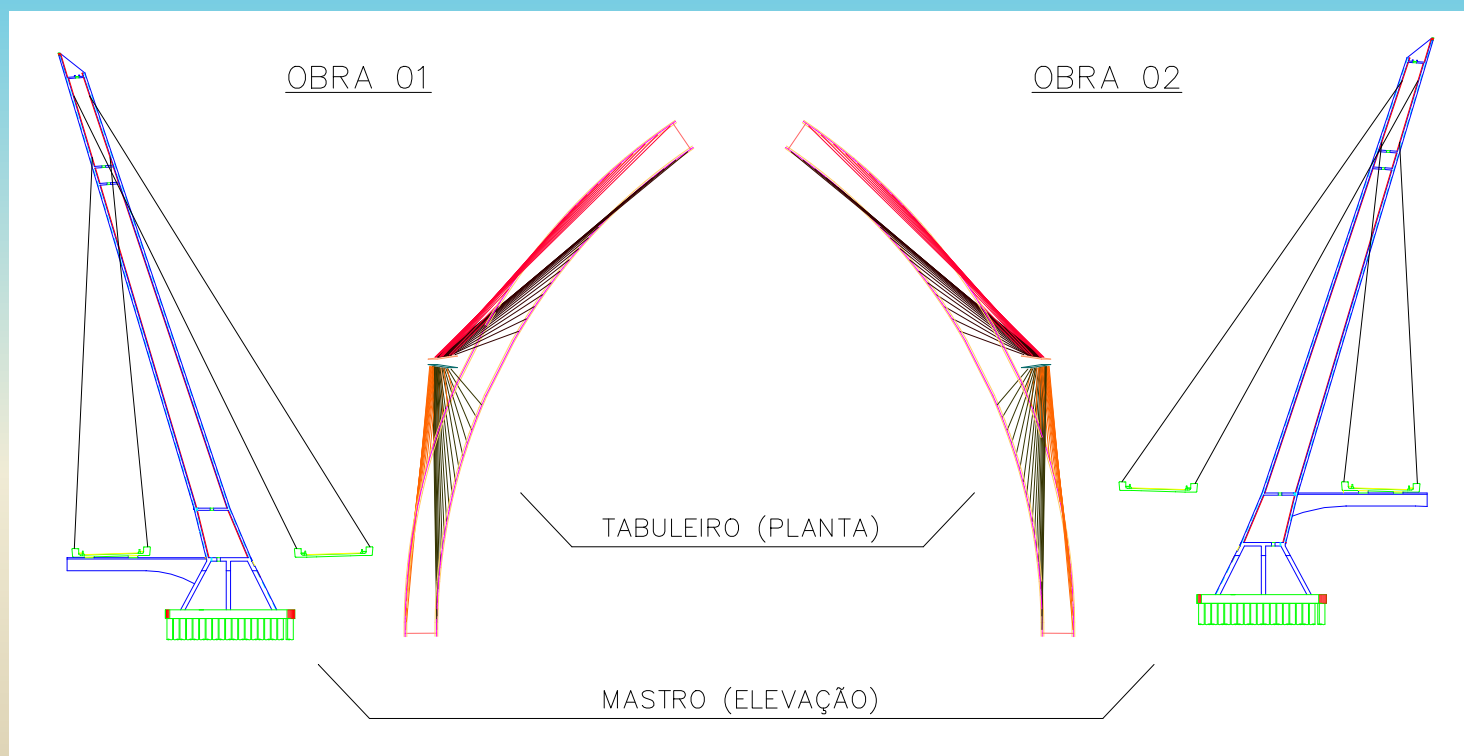
(Av. Jornalista Roberto Marinho)





## O mastro em “X” nasceu da necessidade estrutural e não arquitetônica !!!

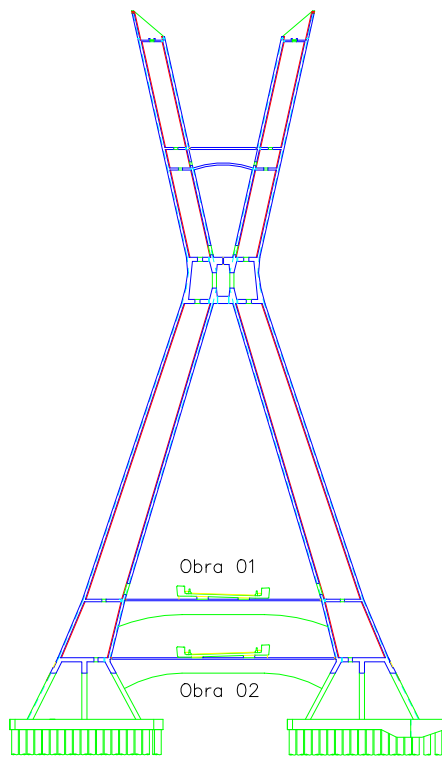
- Cada tabuleiro curvo necessita de um mastro inclinado para ser equilibrado.



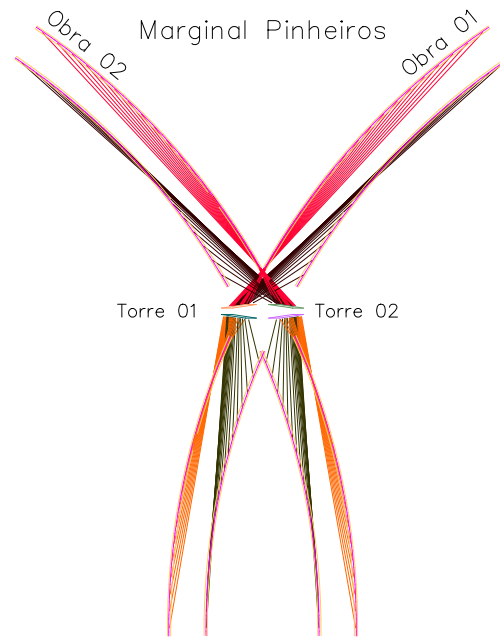


## O mastro em “X” nasceu da necessidade estrutural e não arquitetônica !!!

MASTRO (ELEVAÇÃO)



TABULEIRO (PLANTA)



Av. Jornalista Roberto Marinho

- Como o cruzamento entre os tabuleiros ocorre junto ao mastro, as torres inclinadas se interceptam, contraventando-se entre si.



## Estais:

- 18 pares de cabos em cada um dos 4 vãos, totalizando 144 estais.



- Arranjo espacial único devido curvatura do tabuleiro e inclinação das torres.

- Estais compostos por 9 a 25 cordoalhas.

- Consumo de estais:

- 374.350m de cordoalha

- 462 toneladas de aço.



## Estais:

- Próximo ao mastro, sobre o rio Pinheiros, há o cruzamento entre os estais.

- Vão sobre a Av. Nações Unidas (ligação Av. Jornalista Roberto Marinho)



- Vão sobre o Rio Pinheiros (ligação Av. Marginal Pinheiros)





## Estais:

- Vão sobre a Av. Nações Unidas (ligação Av. Jornalista Roberto Marinho)



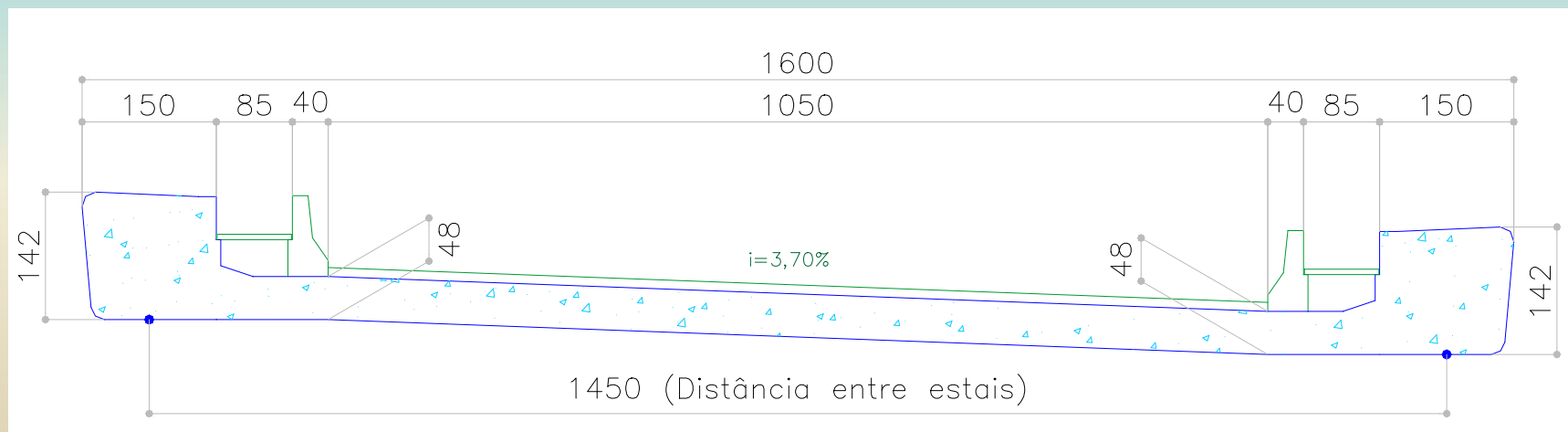
- Vão sobre o Rio Pinheiros (ligação Av. Marginal Pinheiros)





## Tabuleiro:

- 16,0m de largura:
  - Passeio de emergência: 2 x 0,85m
  - Vigas: 2 x 1,50m
  - Defensas: 2 x 0,40m
  - Leito carroçável: 10,50m





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

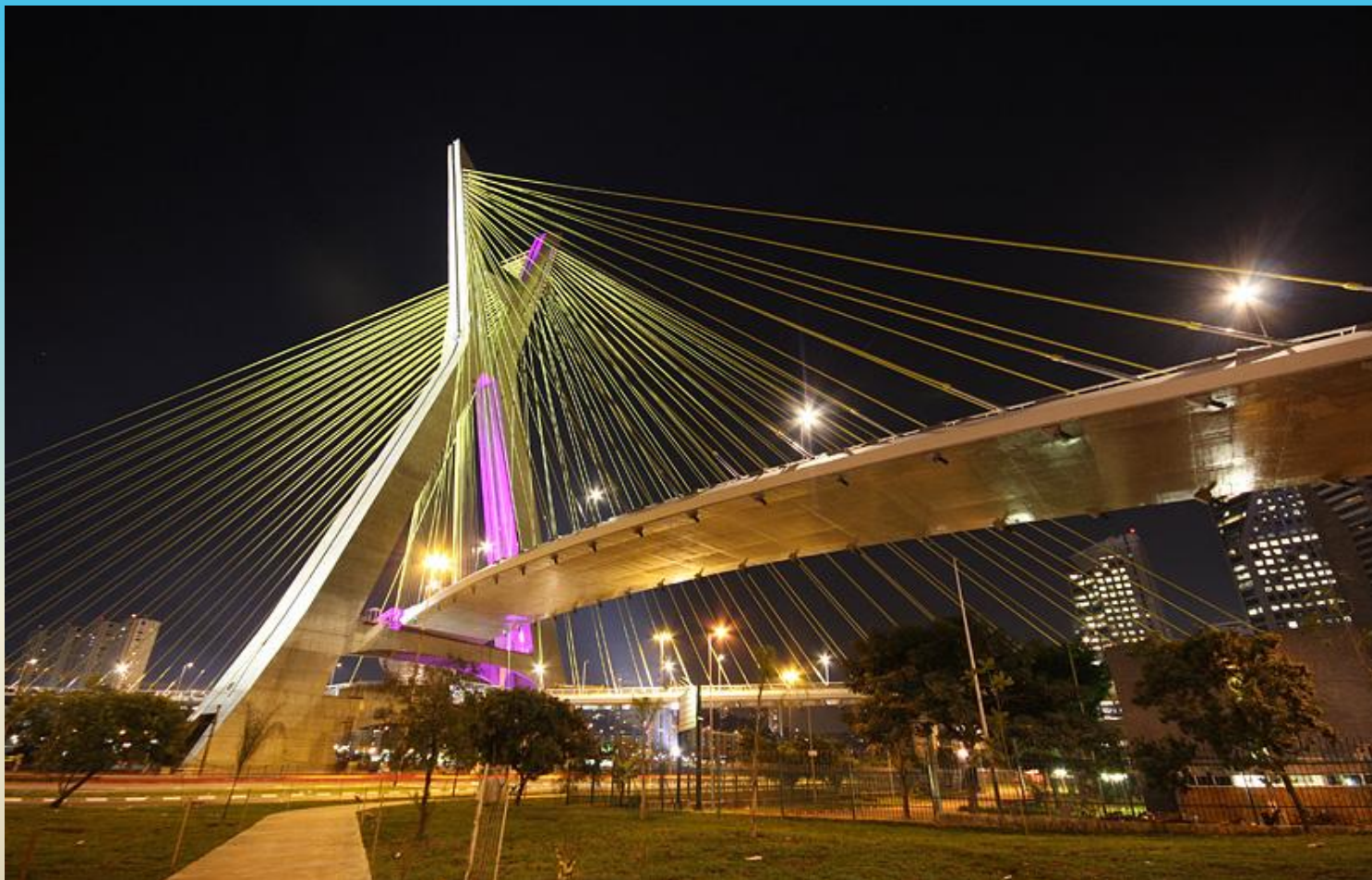
## Tabuleiro:





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

Obra aberta ao tráfego

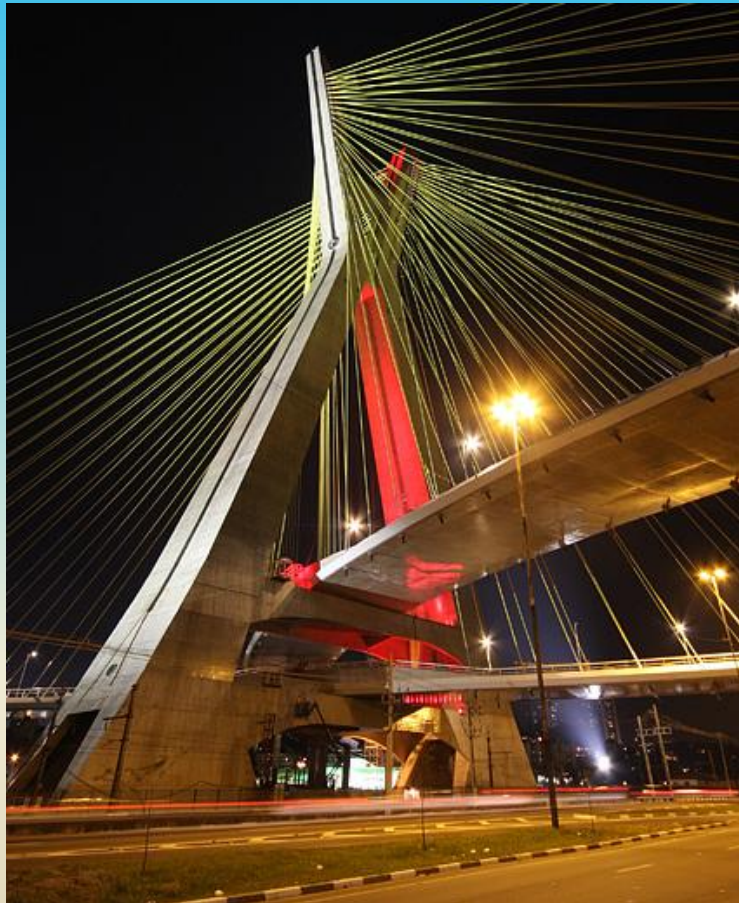


Obra aberta ao tráfego

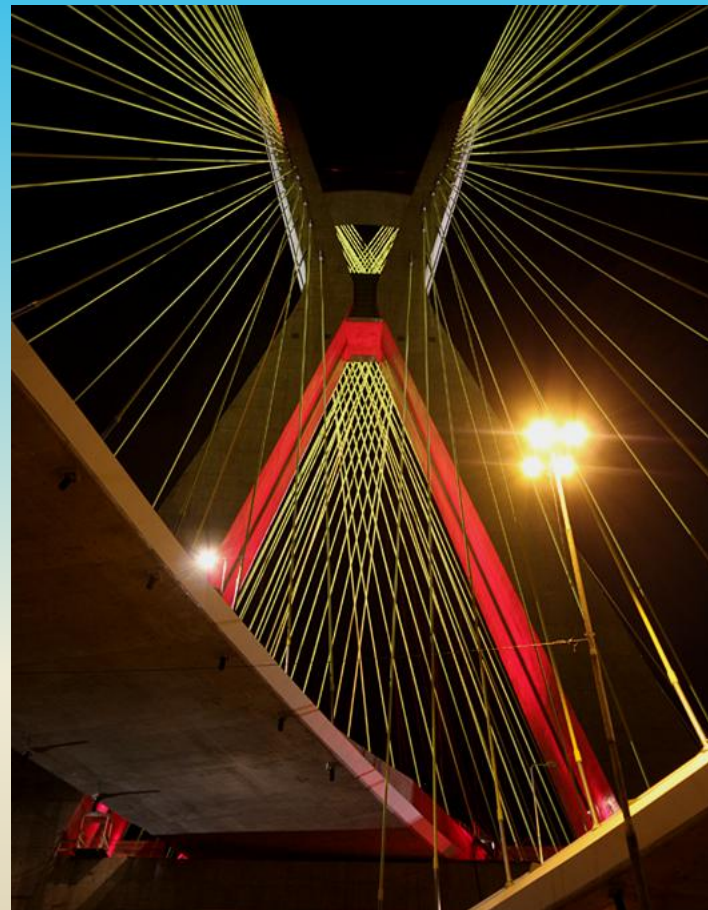


SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

Obra aberta ao tráfego



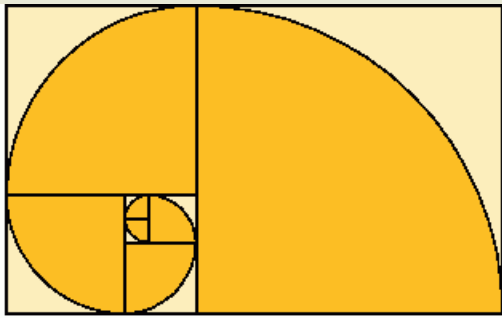
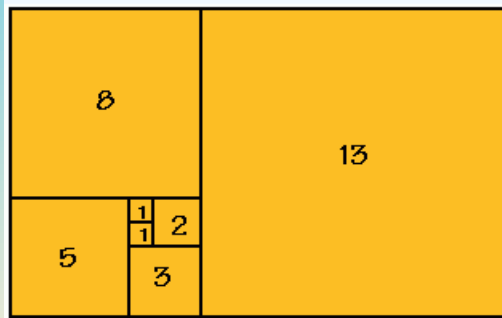
Obra aberta ao tráfego





## Número de Fibonacci:

$$F(n) = \begin{cases} 0, & \text{se } n = 0; \\ 1, & \text{se } n = 1; \\ F(n-1) + F(n-2) & \text{outros casos.} \end{cases}$$



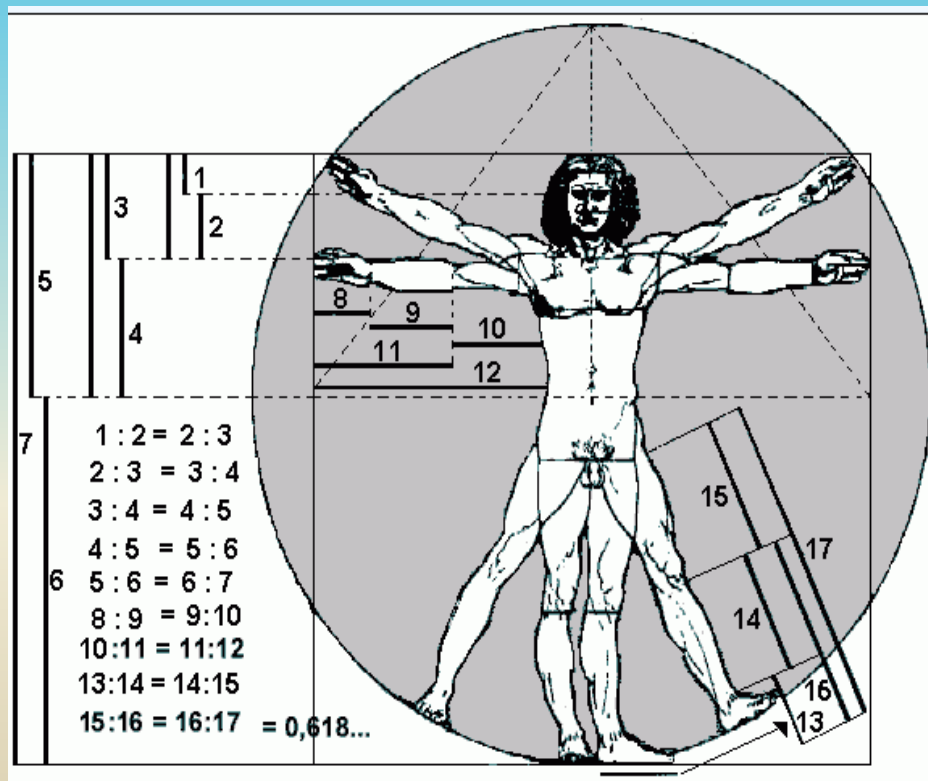
- Triângulo de Pascal

1	1					
1	1	2				
1	2	1	3			
1	3	3	1	5		
1	4	6	4	1	8	
1	5	10	10	5	1	13
1	6	15	20	15	6	1

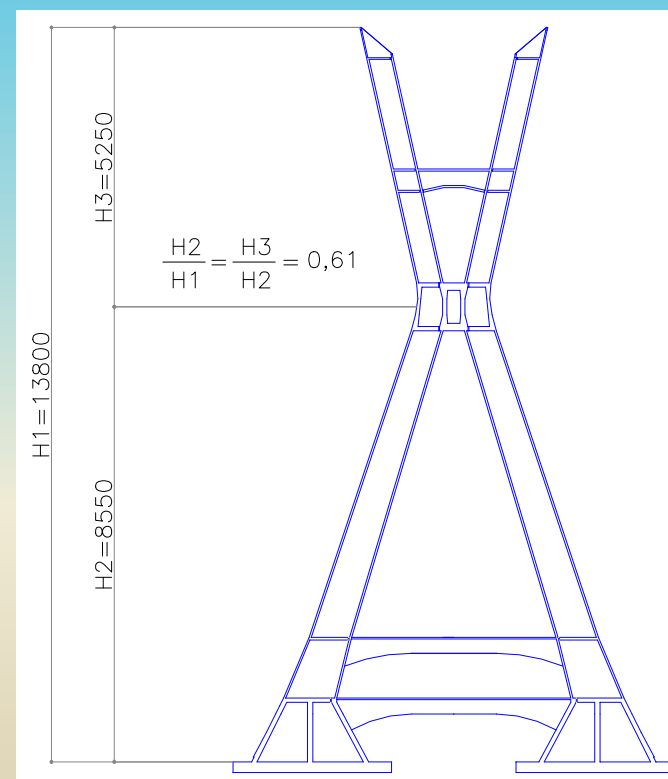


## Número de Fibonacci:

- O Homem Vitruviano



- O Mastro “Vitruviano”





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

deusmihifortis

[www.youtube.com/deusmihifortis](http://www.youtube.com/deusmihifortis)  
[www.youtube.com/laresistance15](http://www.youtube.com/laresistance15)  
[www.dailymotion.com/desumihifortis](http://www.dailymotion.com/desumihifortis)



Palestrante: Catão F. Ribeiro  
Enescil Engenharia de Projetos Ltda





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

**Contratante:** **EMURB – Empresa Municipal de Urbanização SP**

**Projeto Estrutural:** **Enescil Engenharia e Projetos Ltda**  
**ANTW Engenharia de Projetos Ltda**  
Eng. Catão F. Ribeiro ; Eng. Heitor Afonso Nogueira Neto

**Projeto Viário:** **Geométrica Engenharia de Projetos Ltda**  
Eng. Leonardo Pedro Lorenzo

**Construtora:** **Contrutora OAS Ltda**  
Eng. César de Araújo Mata Pires Filho ; Eládio Alves ; Francisco Germano

**Estudo em túnel de vento:** **Prof. Joaquim Blessmann - LAC / UFRGS**  
Eng. Acir Mercio Loredou-Souza



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

# *Ponte estaiada sobre o rio Negro (Manaus - AM)*

Construtora: Camargo Correa



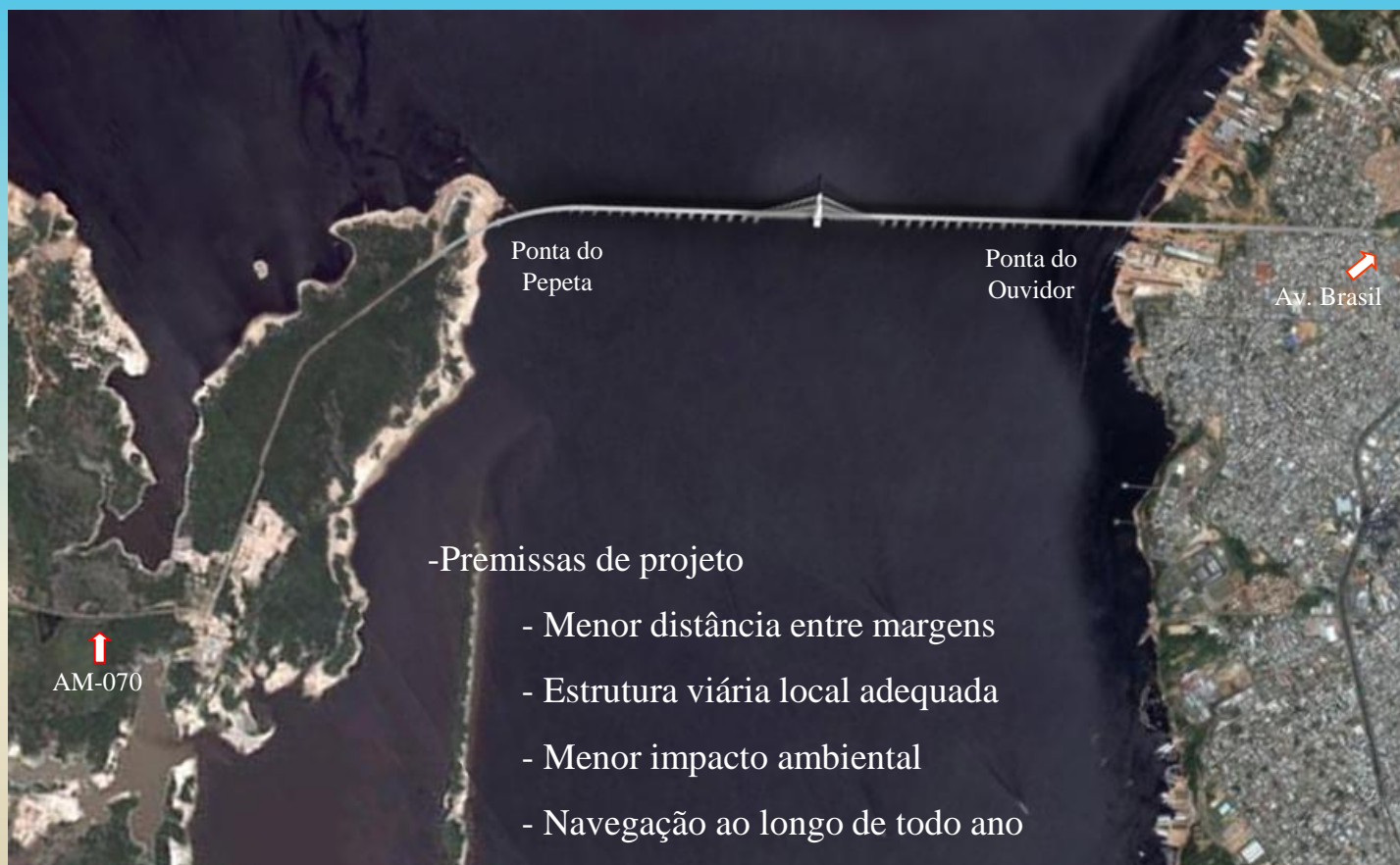
## **Comprimento total da obra: 3595m**



- Ligação rodoviária Manaus-Iranduba
  - Integração regional
  - escoamento de produtos agrícolas
  - Incremento turístico
  - Desenvolvimento urbano
- Travessia por balsa: 40min
- Travessia rodoviária: 5min

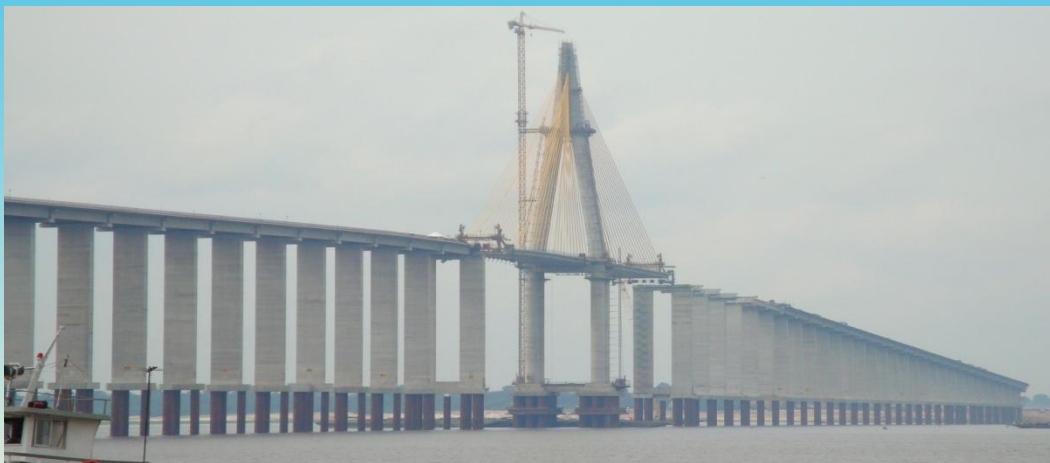


## Traçado da ponte e acessos viários





## Comprimento total da obra: 3595m



- Ligação rodoviária Manaus-Iranduba
  - Integração regional
  - escoamento de produtos agrícolas
  - Incremento turístico
  - Desenvolvimento urbano
- Travessia por balsa: 40min
- Travessia rodoviária: 5min

### Trecho convencional

- Número de vãos: 71
- Comprimento do vão: 45,0m
- Largura do tabuleiro: 20,70m

### Trecho estaiado

- Número de vãos: 2
- Comprimento do vão: 200,0m
- Largura do tabuleiro: 22,60m



## Fundação:

### Dificuldades iniciais

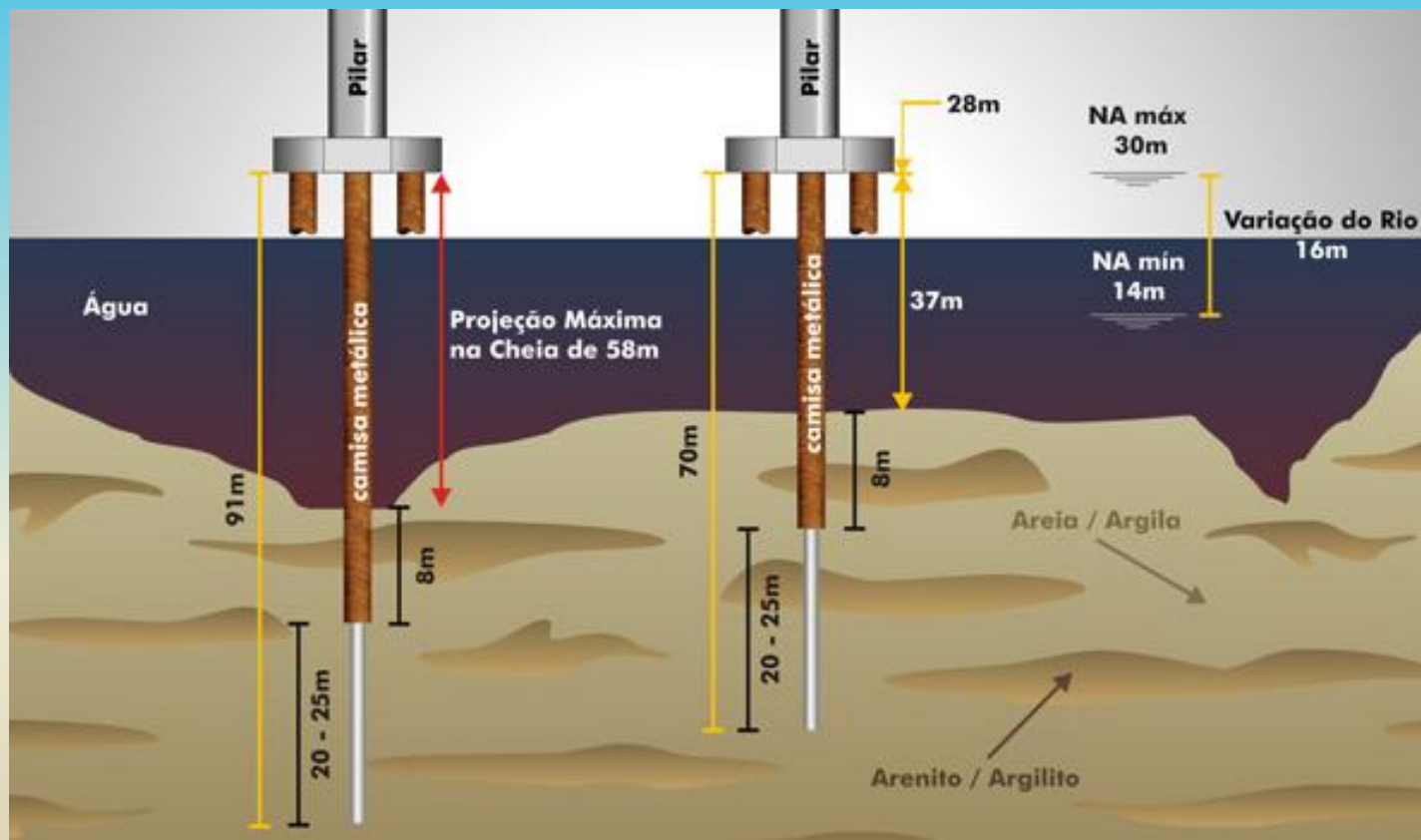
- Devido a grande lâmina d'água, conseguiu-se fazer a primeira sondagem após 6 meses.
- Após sondagens, descobriu-se que o solo era formado por camadas de areia, argila orgânica, arenito e argilito, que não permitia a cravação de estacas de 80cm de diâmetro (projeto básico). Assim, todo o projeto e logística da execução da fundação teve de ser reformulado.

### Solução proposta

- Estaca de concreto de grande diâmetro escavada com o auxílio de lama bentonítica, revestida por camisa metálica ( $\phi=250\text{cm}$  ou  $\phi=220\text{cm}$ ).
- comprimento das estacas entre 70m e 91m.

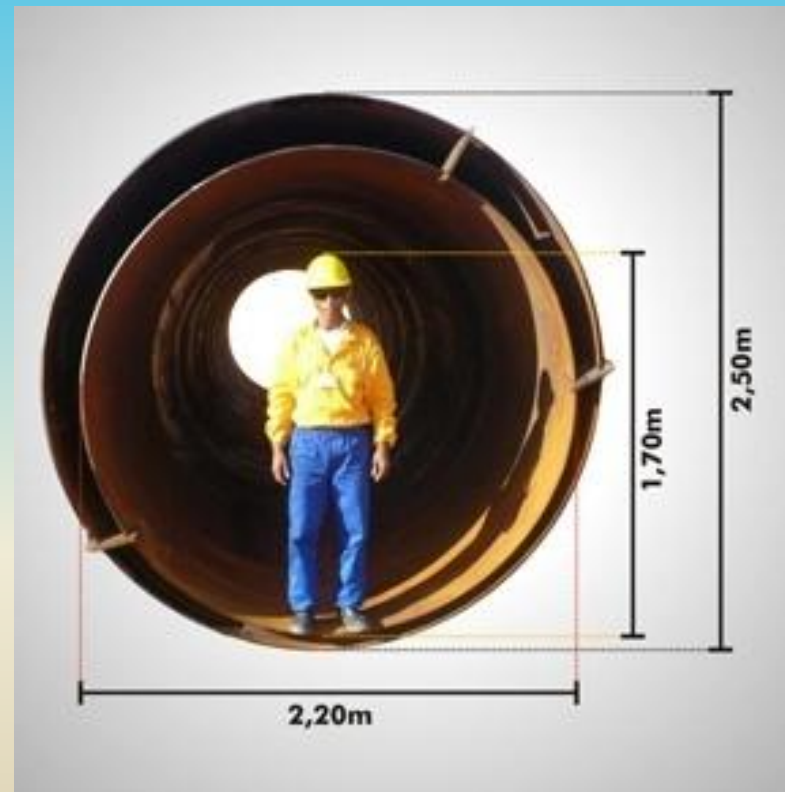
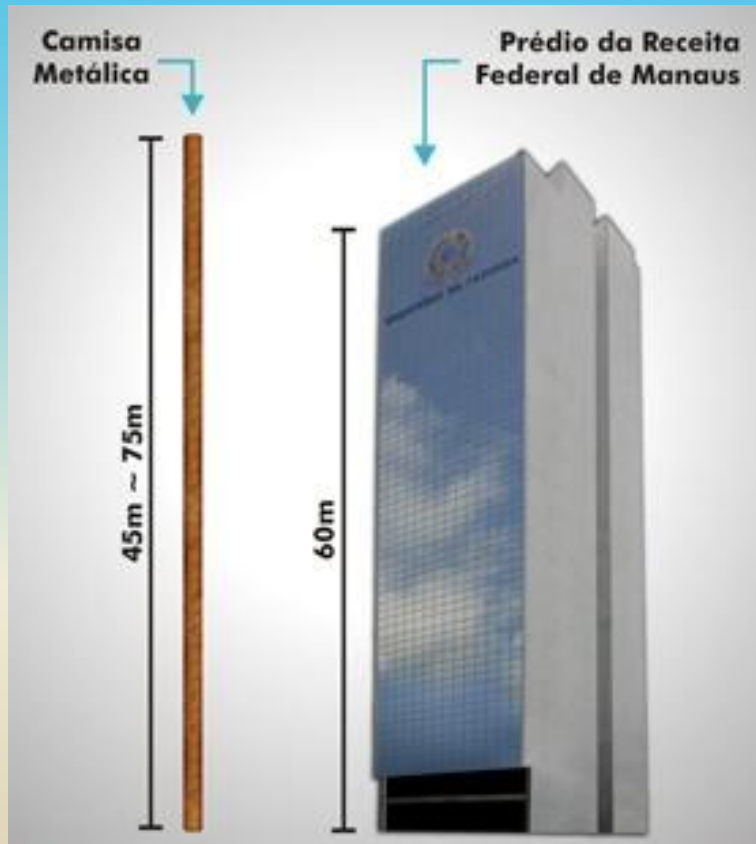


## Fundação:





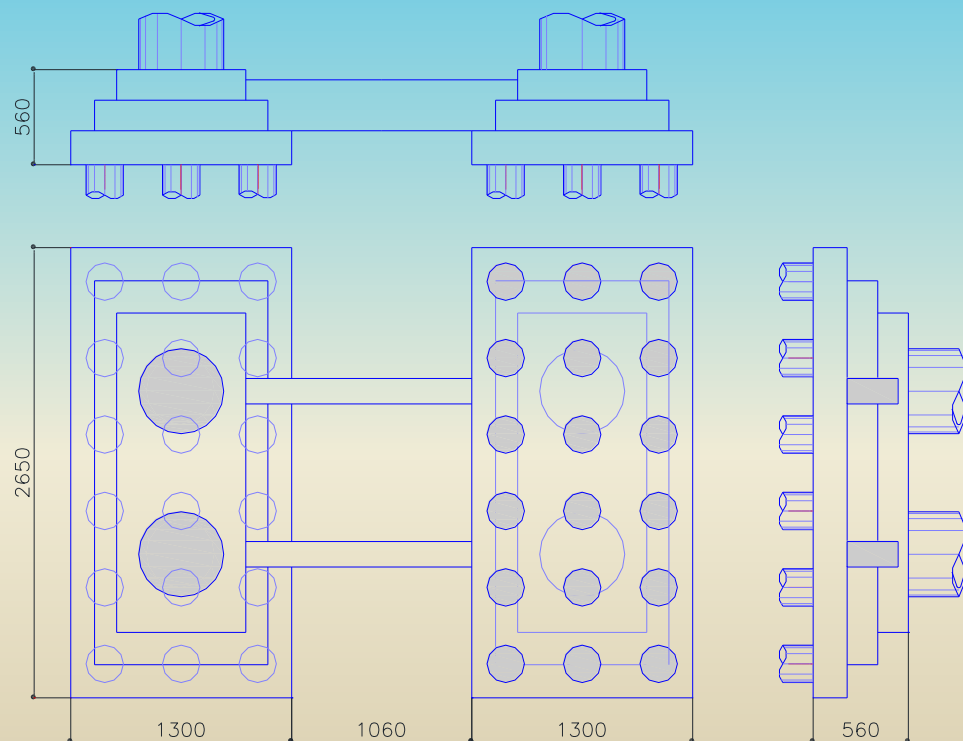
## Fundação:



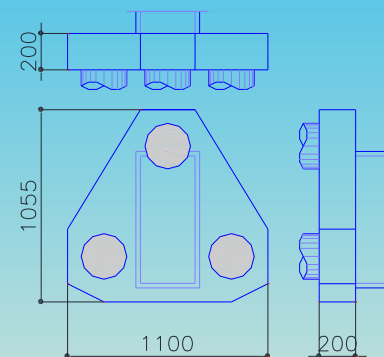


## Fundação:

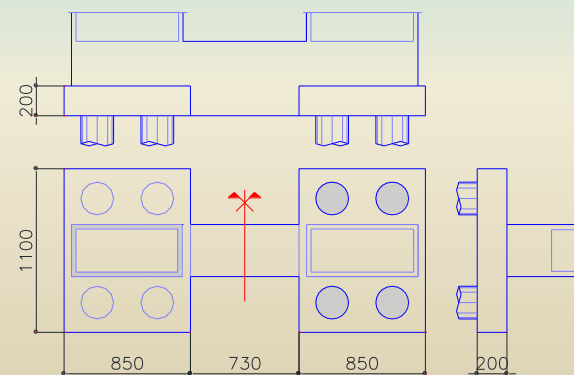
Apoio central:  $36\phi 220\text{cm}$



Apoios típicos:  $3\phi 220\text{cm}$  ou  $3\phi 250\text{cm}$



Apoios extremos:  $8\phi 220\text{cm}$





## Fundação:

Pátio de armação



Fabricação da camisa



Transporte da camisa



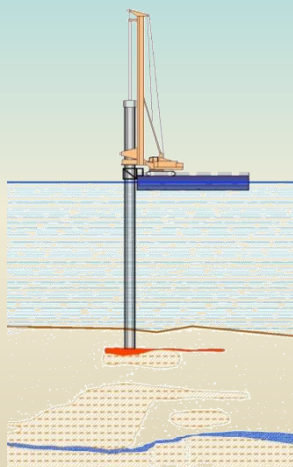


## Fundação: metodologia construtiva

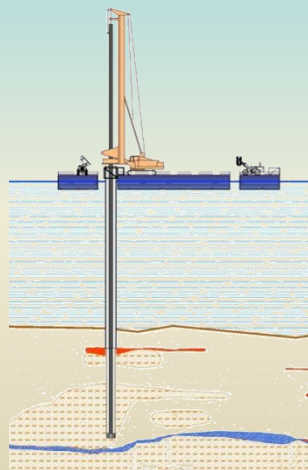
1) Içamento e posicionamento da camisa metálica



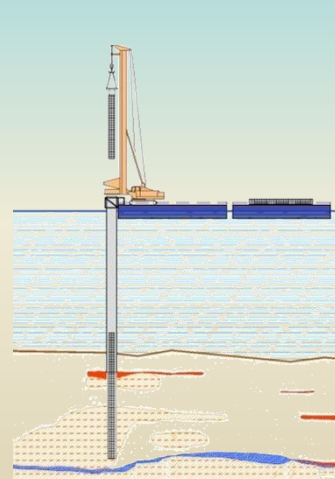
2) Cravação da camisa metálica



3) Escavação e cravação da camisa



4) Colocação da armadura



5) Concretagem





## Fundação: metodologia construtiva

Içamento e posicionamento da camisa metálica



Cravação com vibrocravador



Cravação com martelo





## Fundação: metodologia construtiva

Escavação



Escavação em solo

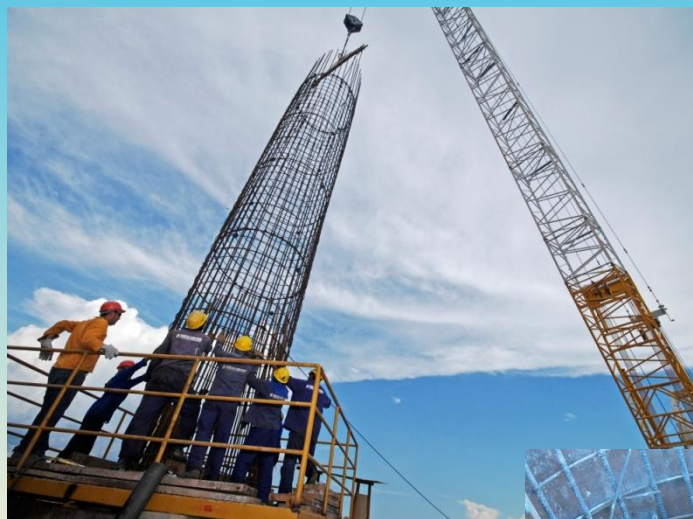


Trado para atravessar camadas de rocha





## Fundação: metodologia construtiva



Posicionamento da armadura



Armadura dentro da camisa



Concretagem



## Bloco: trecho convencional

Época de seca: cimbramento



Época de cheia: bloco casca



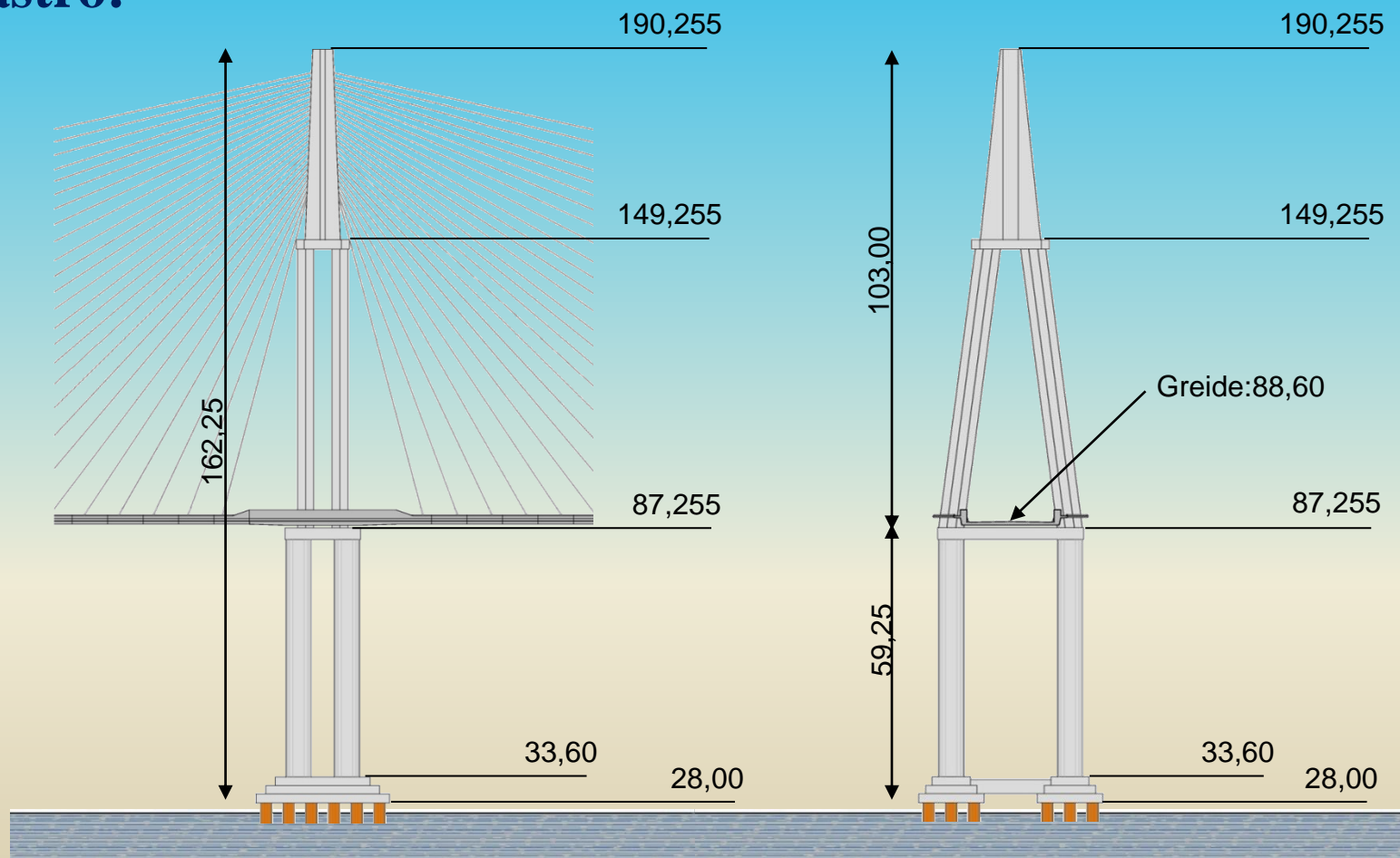


## Bloco: trecho estaiado





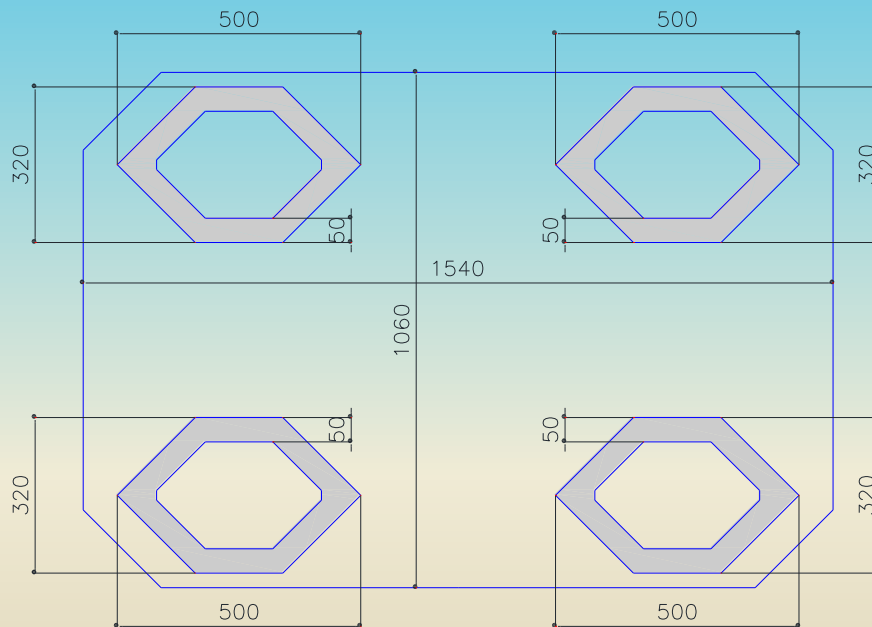
## Mastro:



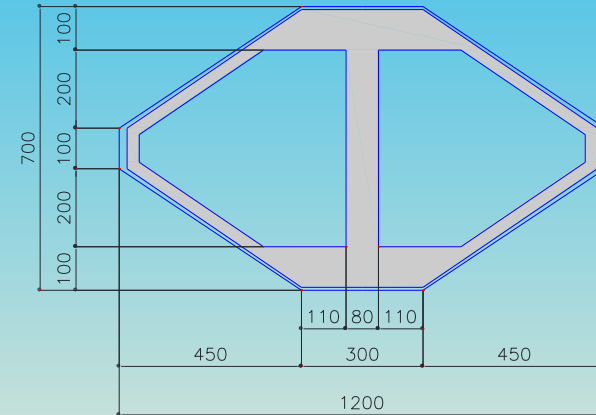


## Mastro:

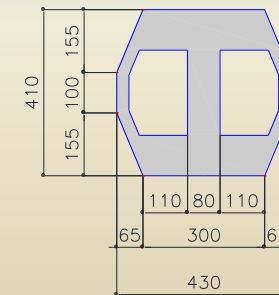
1ª laje de travamento



Início da câmara de estai



Final da câmara de estai





## Mastro:

Pilares  $\phi 500\text{cm}$  ( $e=50\text{cm}$ )



Torres inclinadas



1ª laje de  
travamento

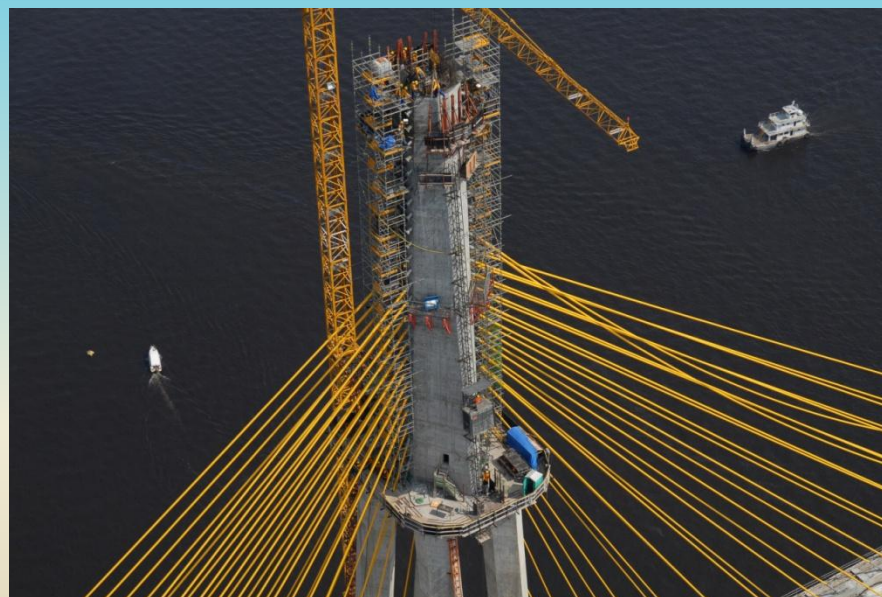


## Mastro:

2ª laje de travamento



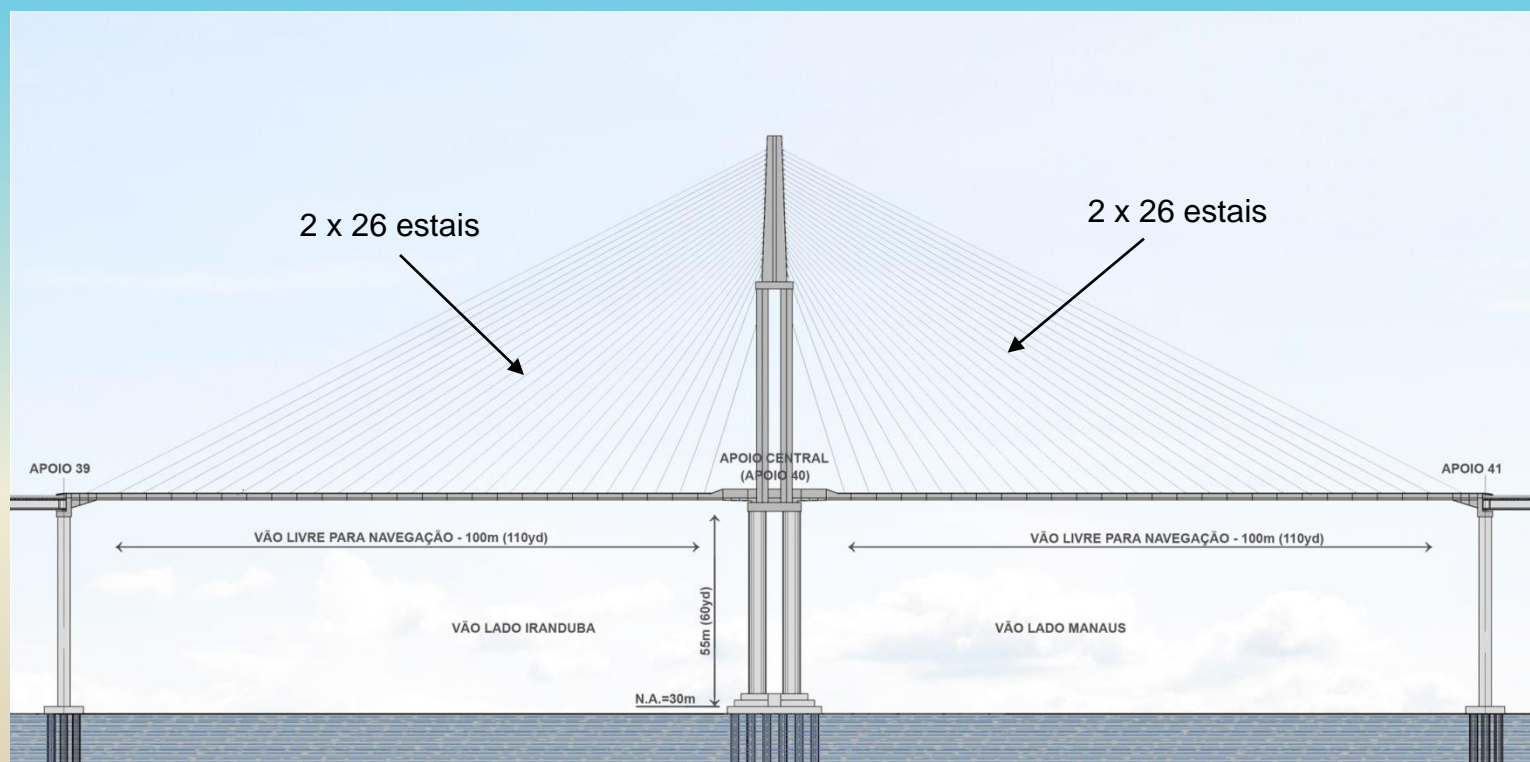
Câmara de estais





## Estais:

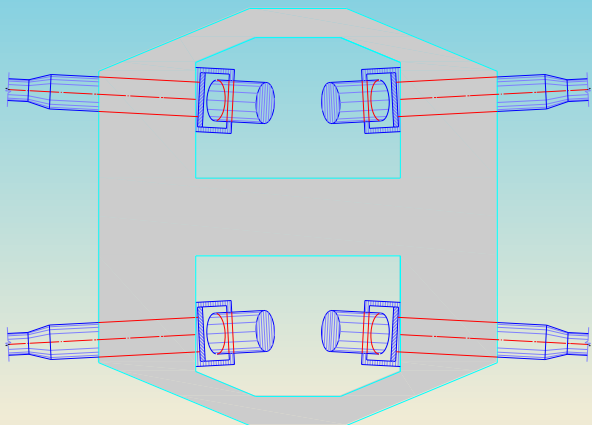
- Configuração: Dois planos de estais dispostos em harpa.



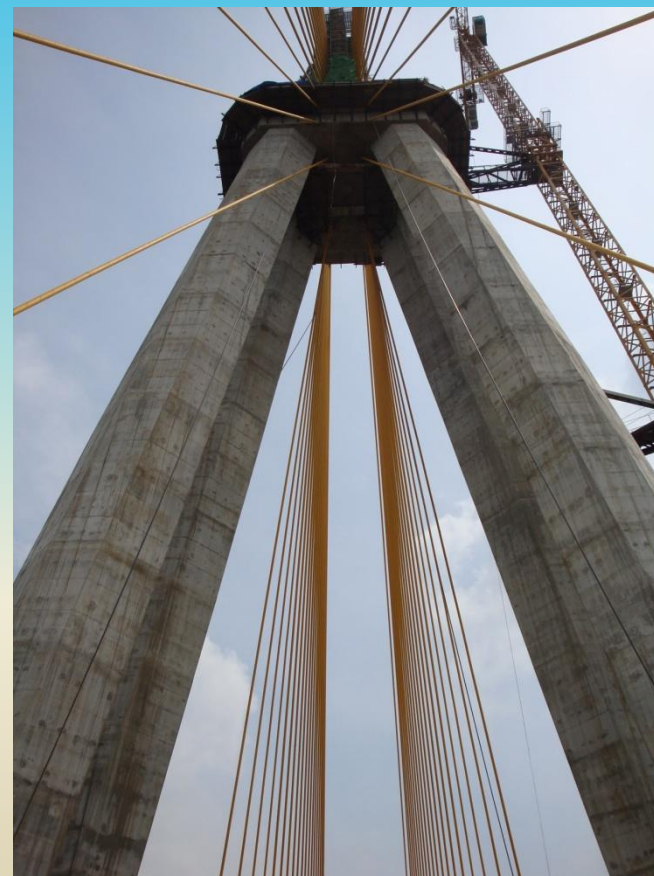
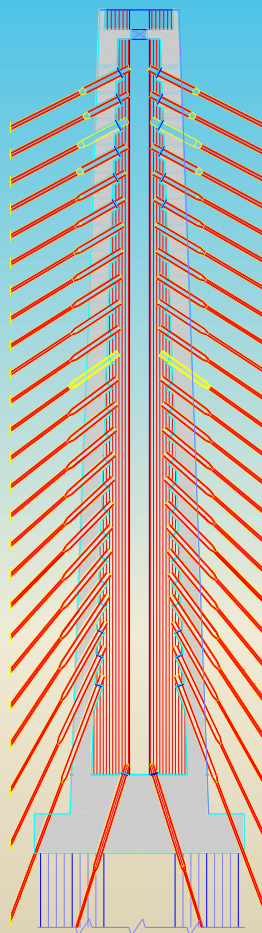


## Estais:

- 26 pares de cabos por vão.
- Total: 104 estais.

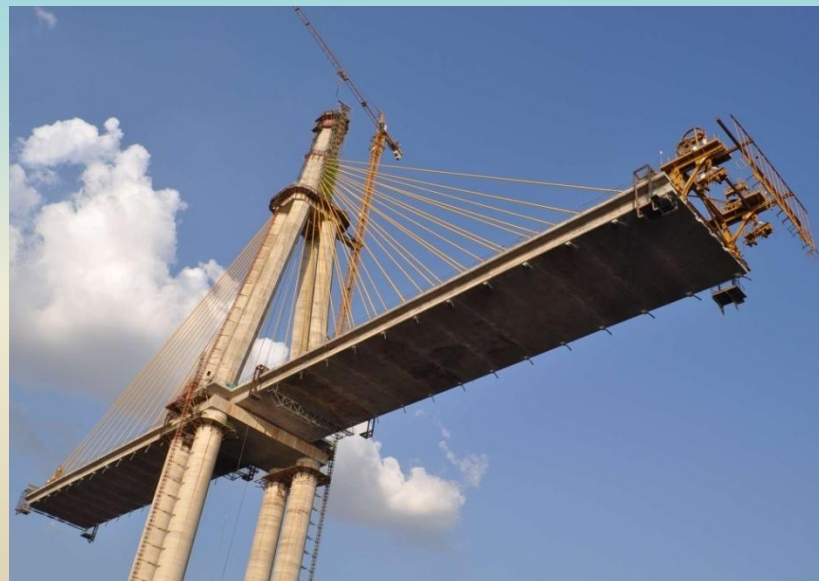
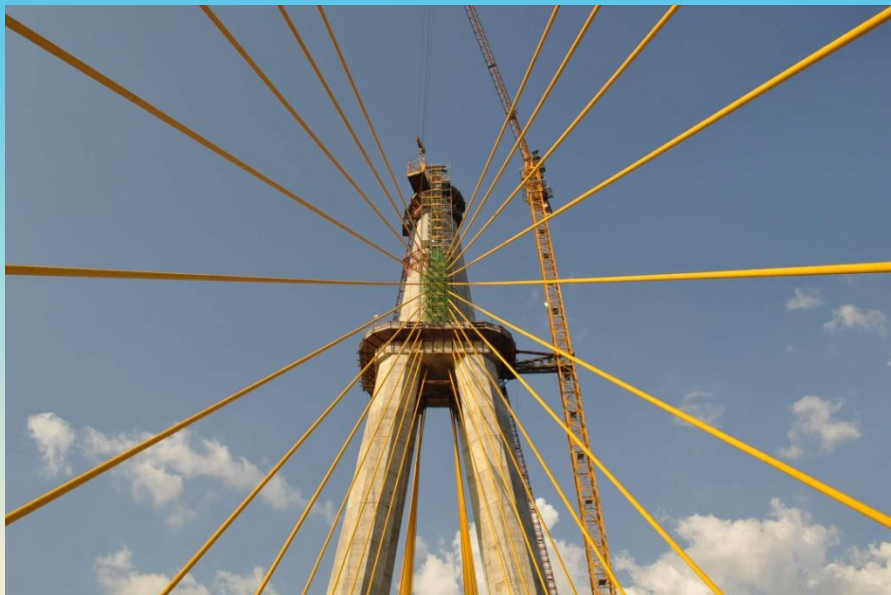


- Estais compostos por 18 a 50 cordoalhas.
- Consumo de estais:
  - 475.088m de cordoalha
  - 580 toneladas de aço



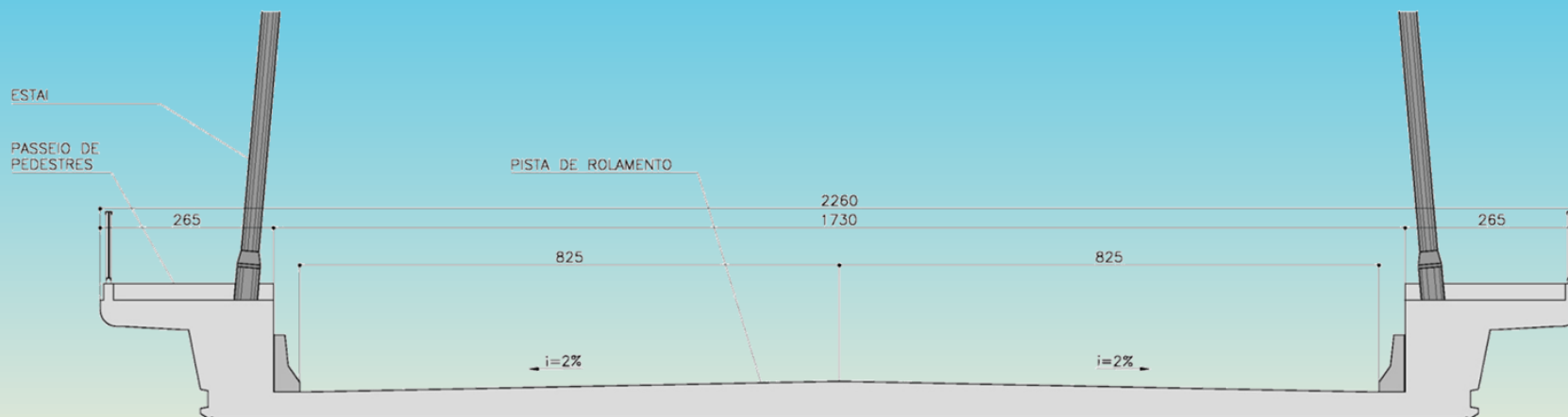


## Estais:





## Tabuleiro:

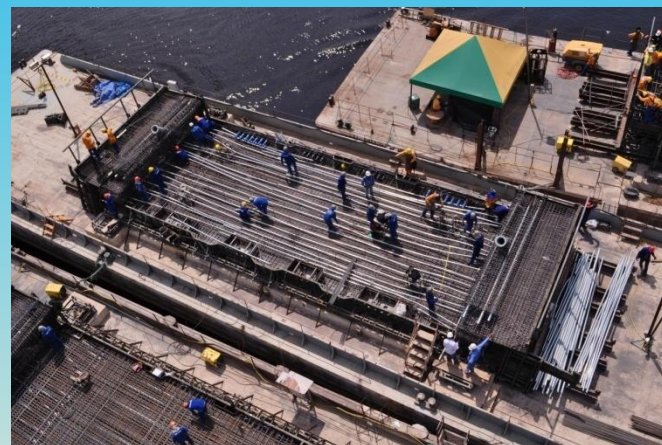


- 2x26 aduelas de 7,05m de comprimento (260ton)
- 22,6m de largura:
  - Passeio de emergência: 2 x 2,65m (1,80m útil)
  - Leito carroçável: 16,50m



## Tabuleiro: aduela pré-moldada

Fabricação e posicionamento da aduela





## Tabuleiro: aduela pré-moldada

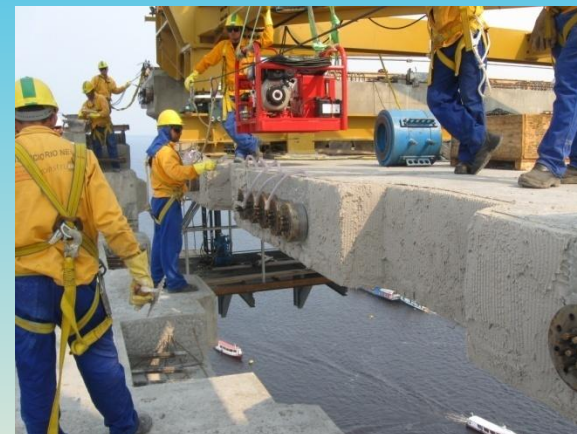
Içamento da aduela





## Tabuleiro: aduela pré-moldada

Colagem da aduela e protensão de anexação





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

**Governo do Estado do Amazonas**

**Contratante:**

Secretaria Executiva do Conselho de Desenvolvimento Sustentável da Região Metropolitana de Manaus

**Projeto Estrutural:**

**Enescil Engenharia e Projetos Ltda.**

Eng. Catão F. Ribeiro ; Heitor Afonso Nogueira Neto

**Construtora:**

**Construções e Comércio Camargo Corrêa**

Eng. Henrique Barroso Domingues; Eng. Paulo Otávio Chuva

**Estudo em túnel de vento:**

**Prof. Joaquim Blessmann - LAC / UFRGS**

Eng. Acir Mercio Loredou-Souza



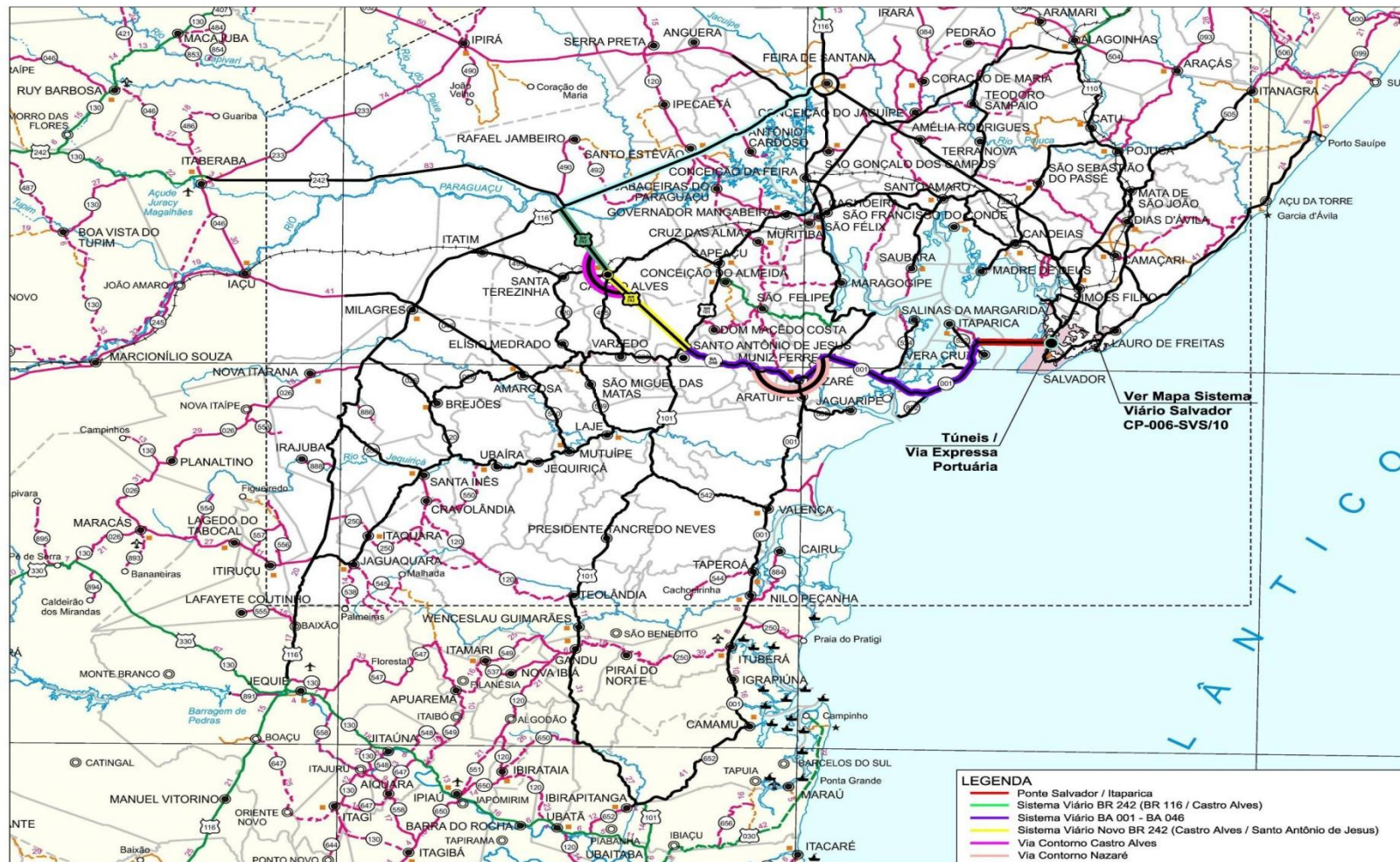
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

# *Elementos estruturais prováveis da futura ponte Salvador/Itaparica*



# SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

Mapa 2 - Sistema Viário Oeste (SVO)





# SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA





# SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA





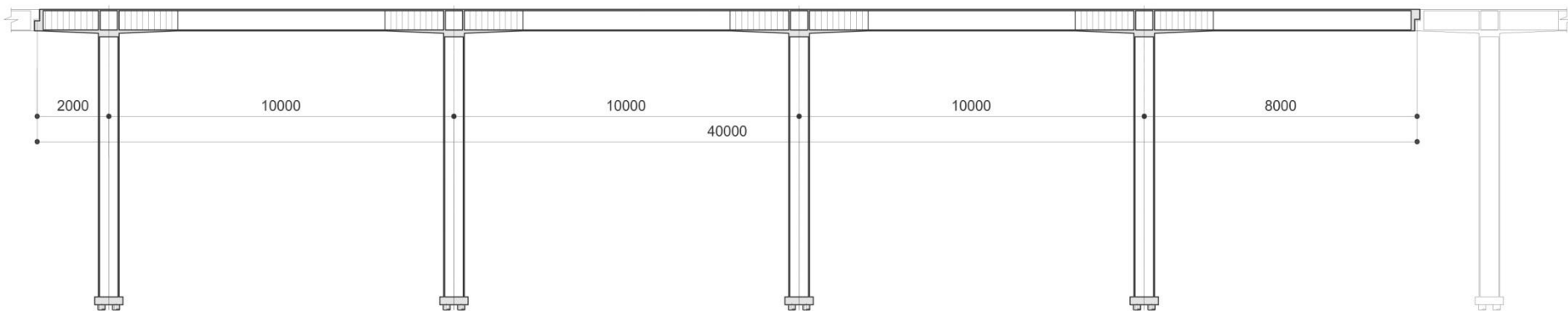
# SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

TRECHO EXECUTADO COM CIMBRAMENTO MÓVEL  
CORTE LONGITUDINAL - CADEIA TÍPICA





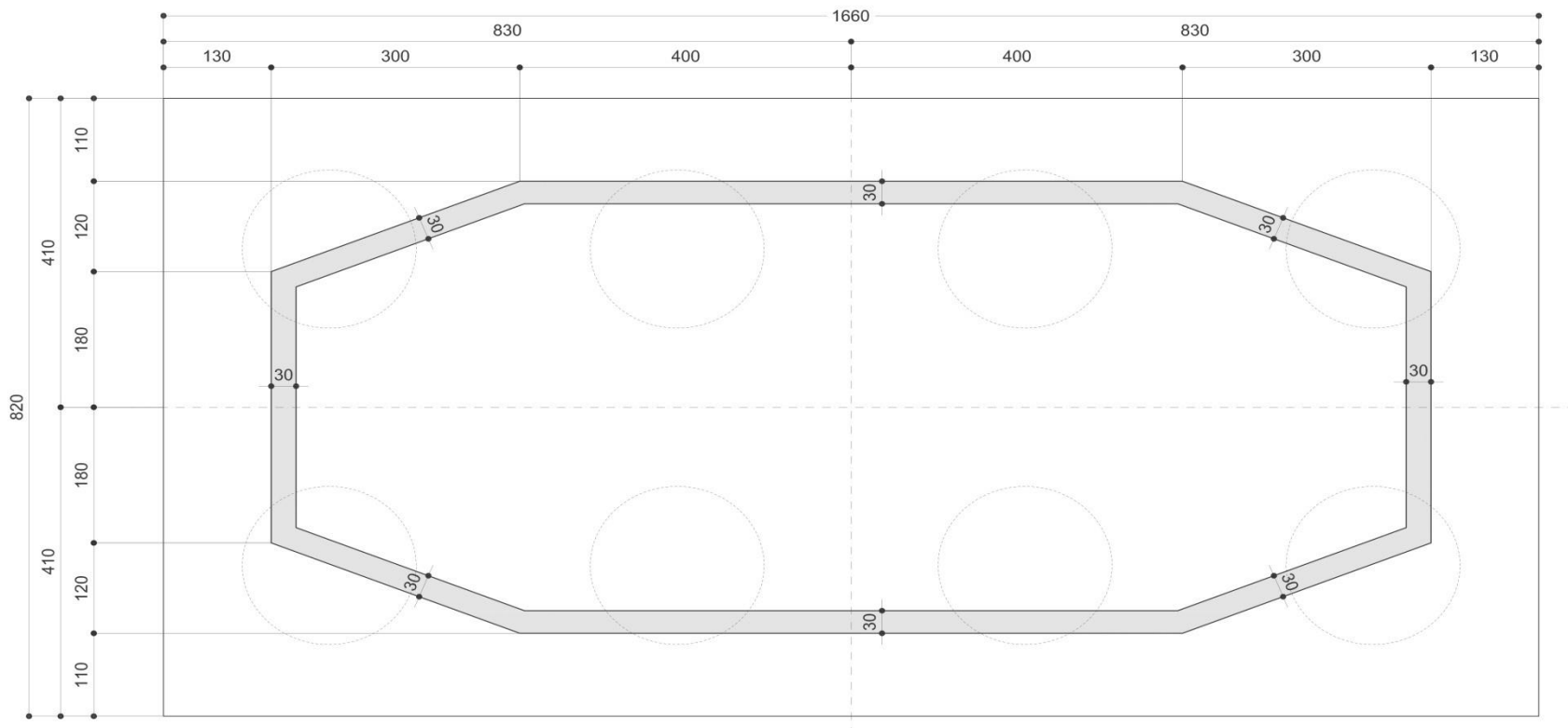






# SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

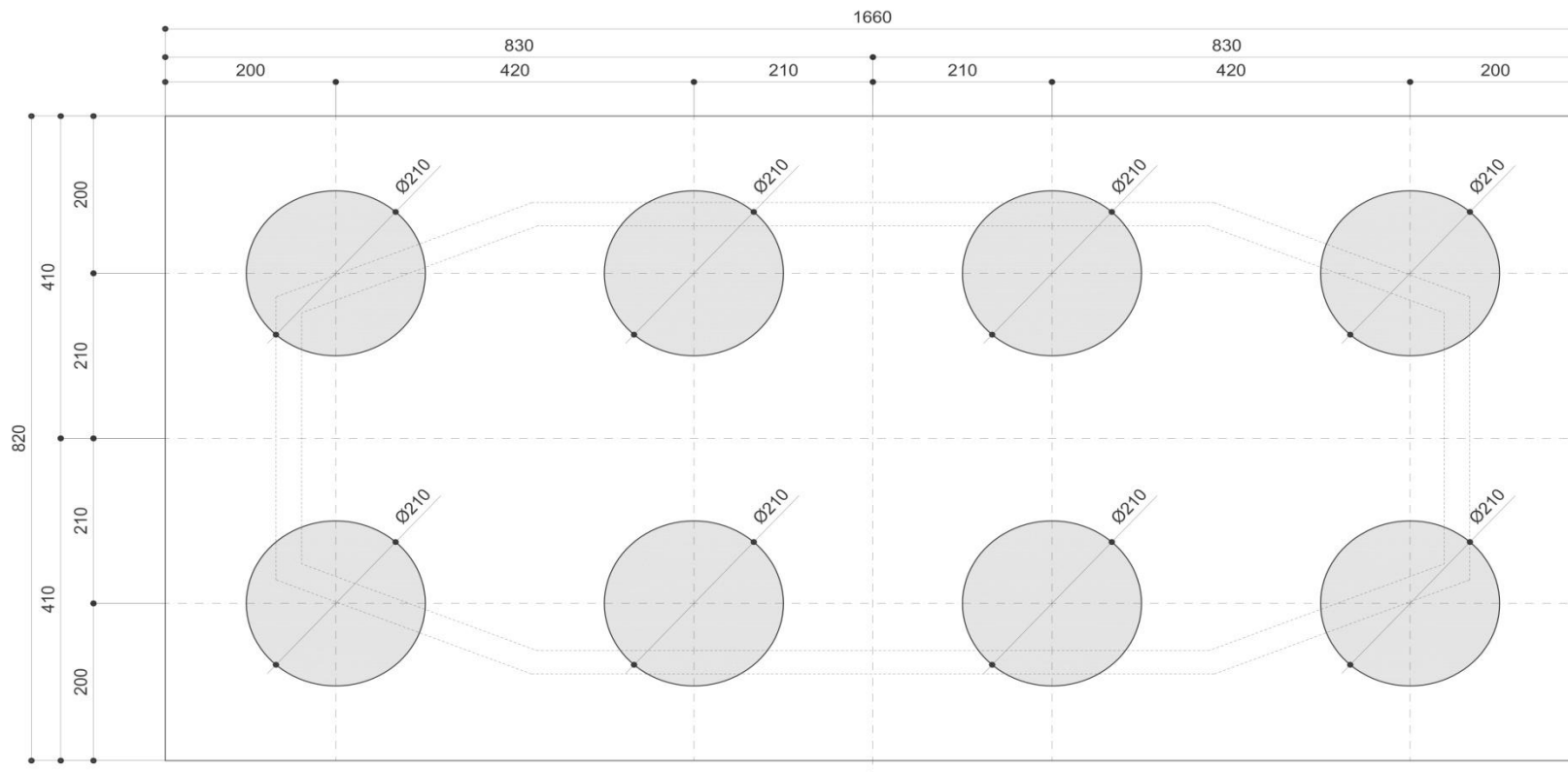
## TRECHO EXECUTADO COM CIMBRAMENTO MÓVEL CORTE SUPERIOR DO BLOCO





# SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

## TRECHO EXECUTADO COM CIMBRAMENTO MÓVEL CORTE INFERIOR DO BLOCO



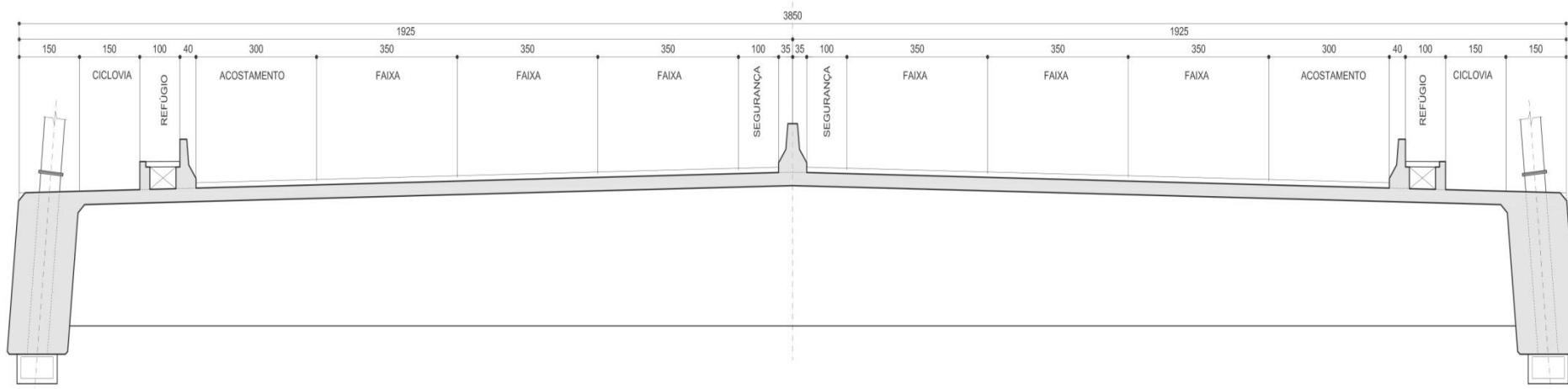


# Vão Central 600m / total estaiado 1.200m

## Estrutura do tabuleiro totalmente em concreto

### Aduelas com comprimento de 12m

TRECHO ESTAIADO  
SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA







# SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA



DETALHE EM ITAPARICA



DETALHE EM SALVADOR



TÍTULO	
AUTOR	
REVISOR	
APROVADOR	
DATA	
ESCALA	
SISTEMA DE COORDENADAS	
PROJEÇÃO	
UNIDADE	
GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA	
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA	
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DA BAHIA	
DESCRIÇÃO	ESCALA
PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DA PIERTE SALVADOR-ILHA DE ITAPARICA, ACESSOS AOS SISTEMAS VARRIOS E RECONFISSURAÇÃO DA BALBOIA NO FRECHO SITUADO NA ILHA DE ITAPARICA	1:5000
NOME DO PROJETO PRELIMINAR	
VERSÃO DO PROJETO PRELIMINAR	
TRACADO 12 - ALINHAMENTO HORISONTAL	
ELABORADO POR	REVISADO POR
APROVADO POR	DATA





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

## *Maquete Eletrônica*



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

***ENESCIL***



Palestrante: Catão F. Ribeiro  
Enescil Engenharia de Projetos Ltda





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

***ENESCIL***





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

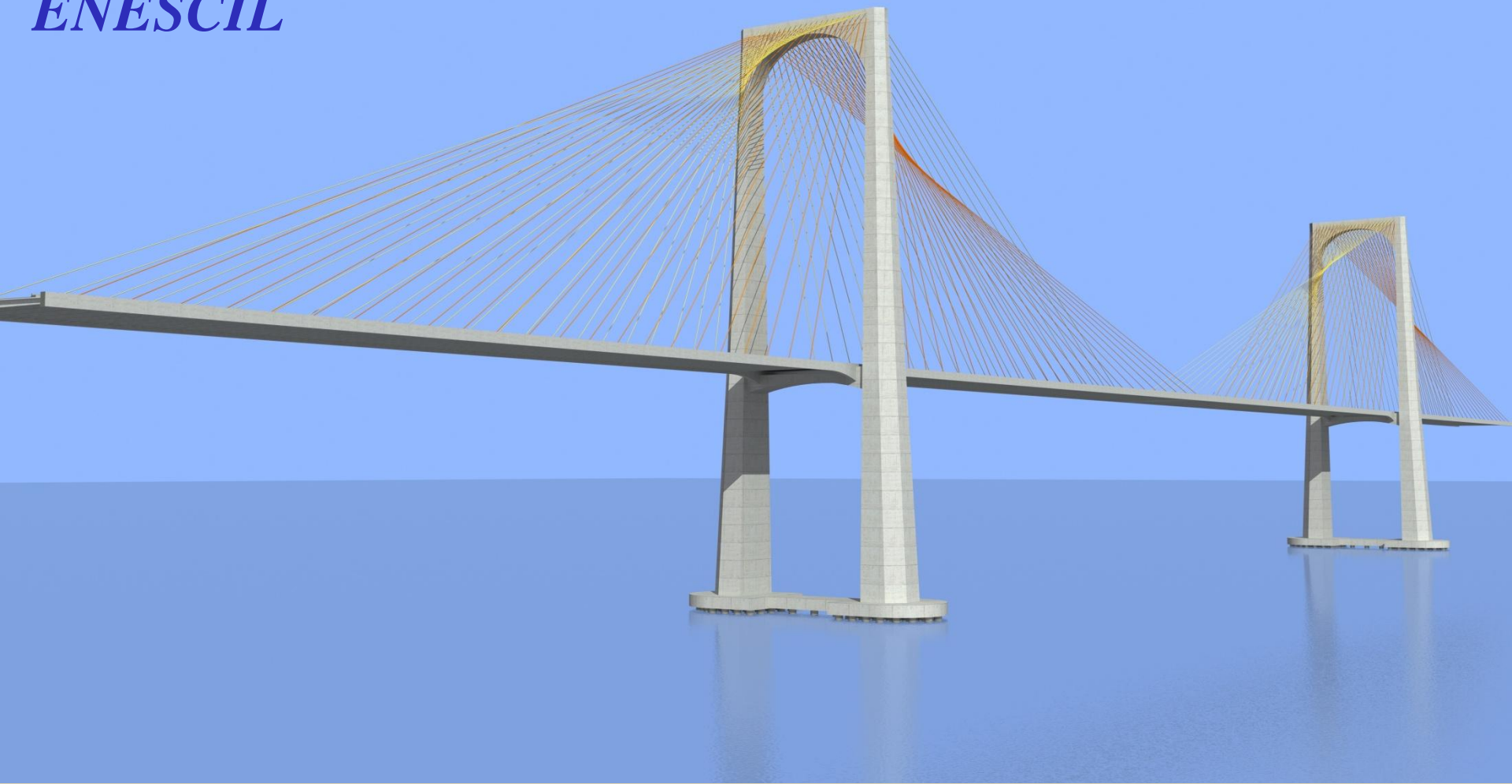
**ENESCIL**





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

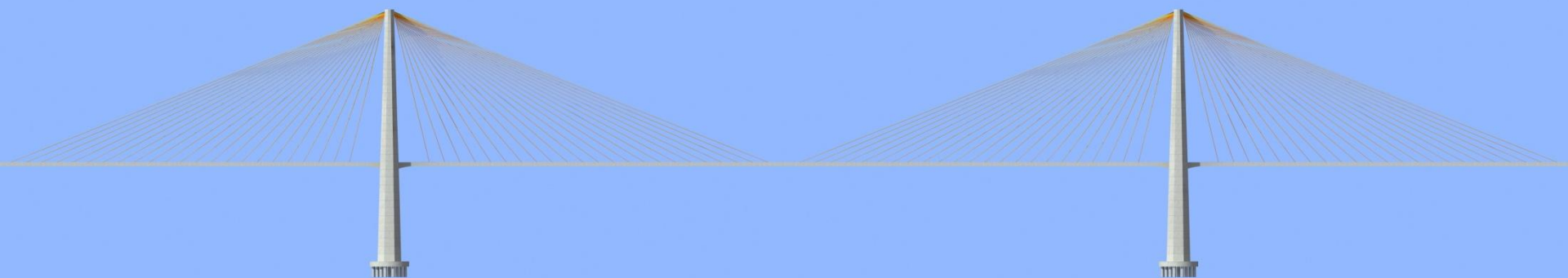
**ENESCIL**





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

***ENESCIL***





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

**ENESCIL**





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

**ENESCIL**



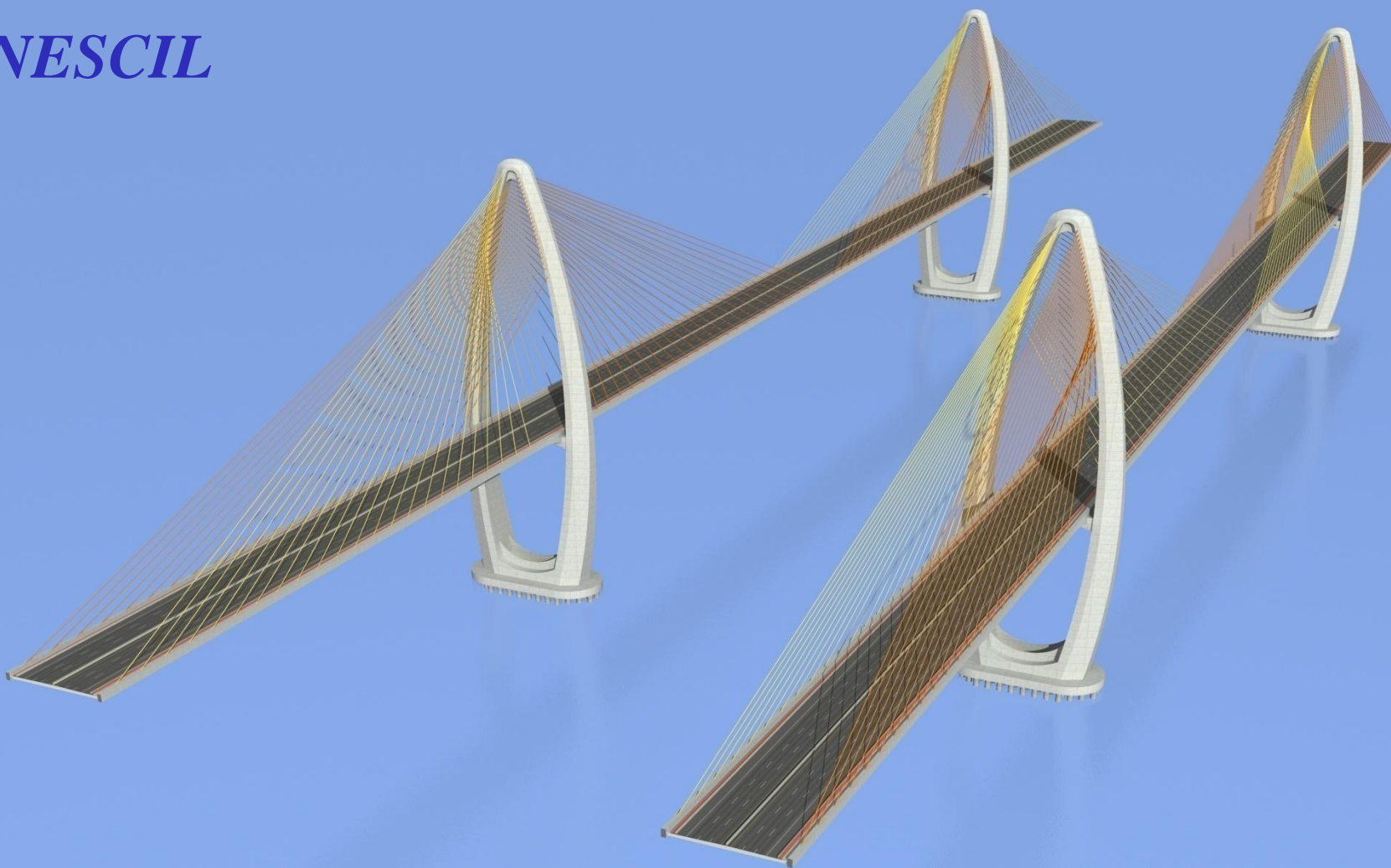
Palestrante: Catão F. Ribeiro  
Enescil Engenharia de Projetos Ltda





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

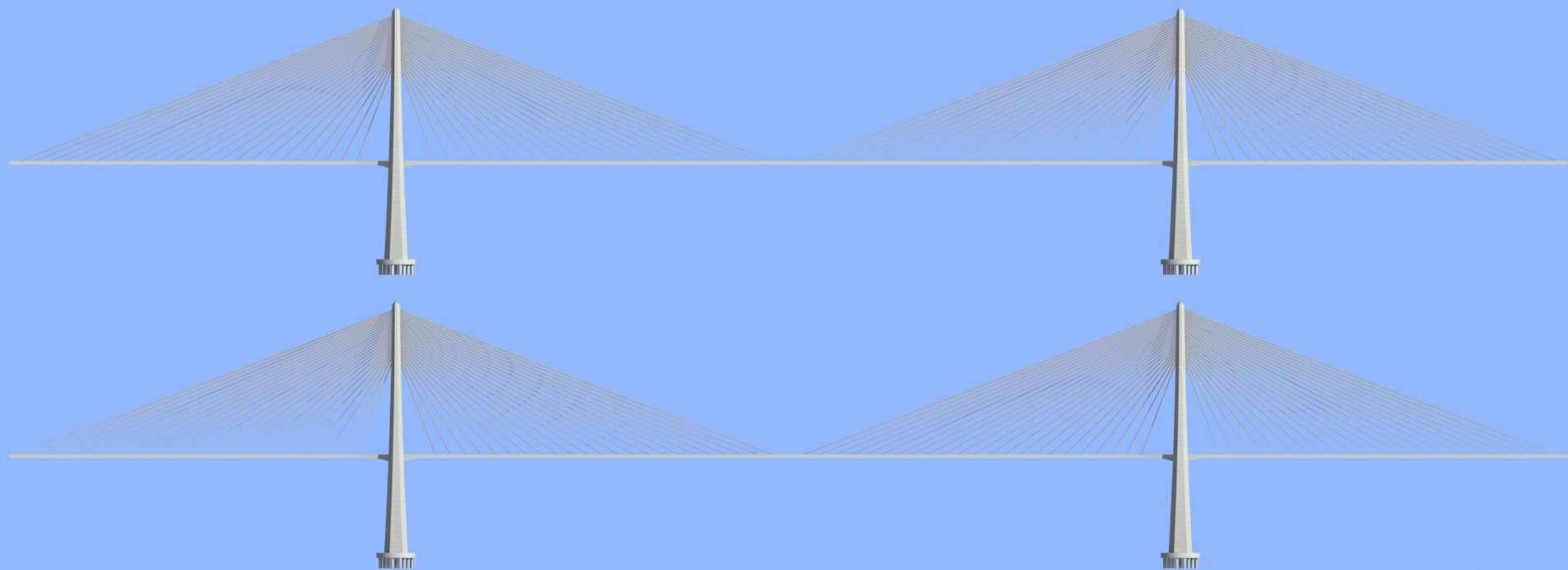
*ENESCIL*





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

***ENESCIL***





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

**ENESCIL**





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

*ENESCIL*





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

**ENESCIL**





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

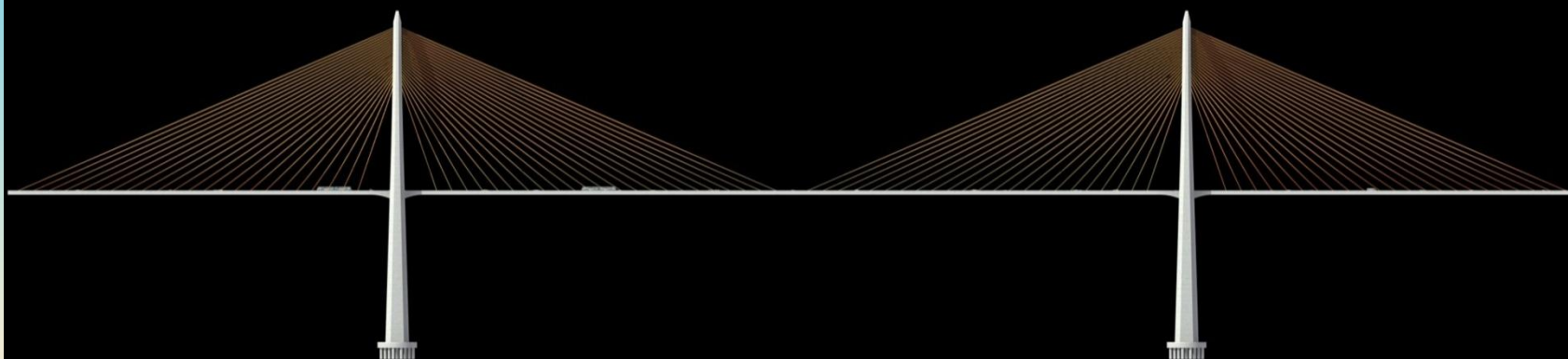
*ENESCIL*





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

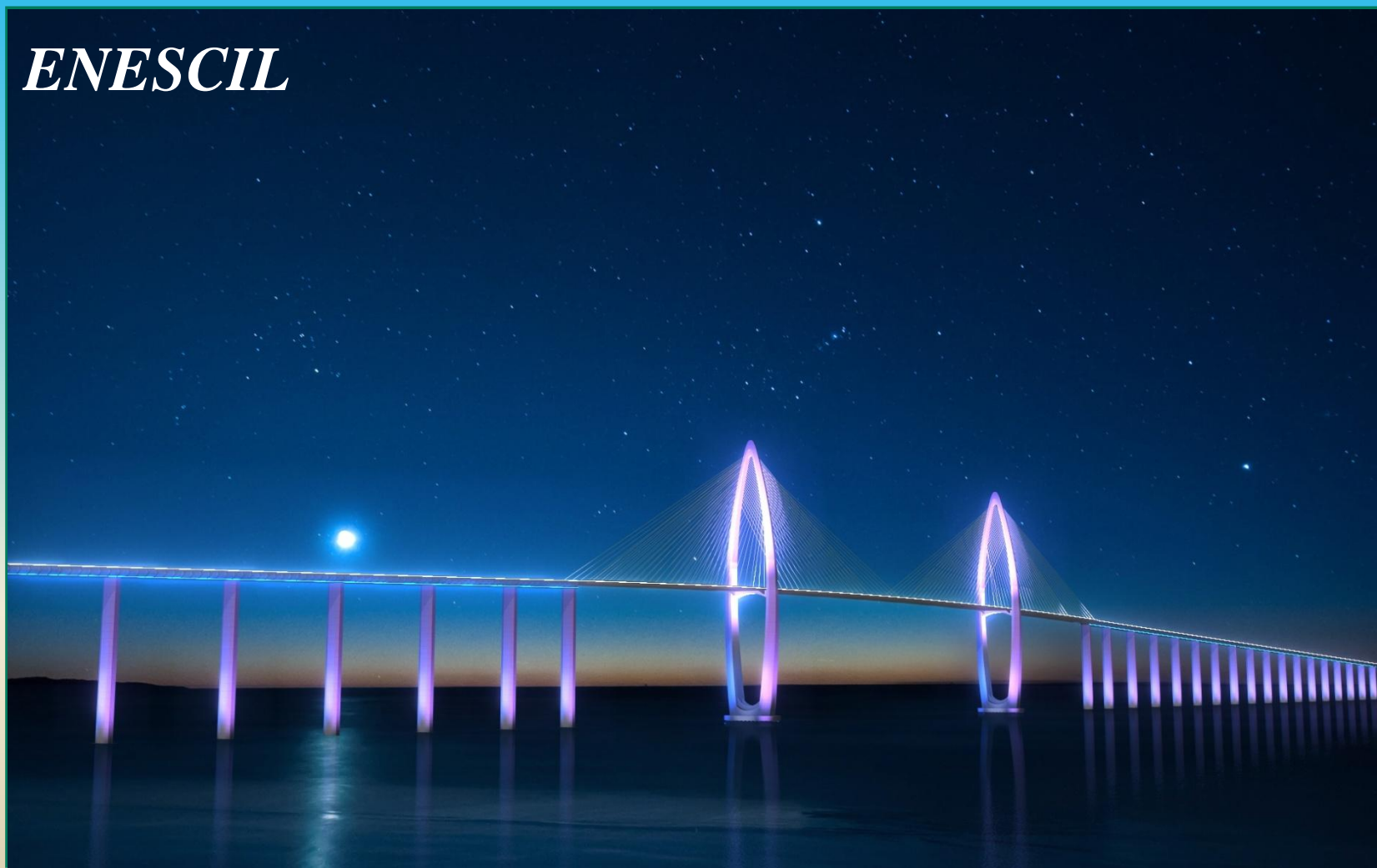
***ENESCIL***





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

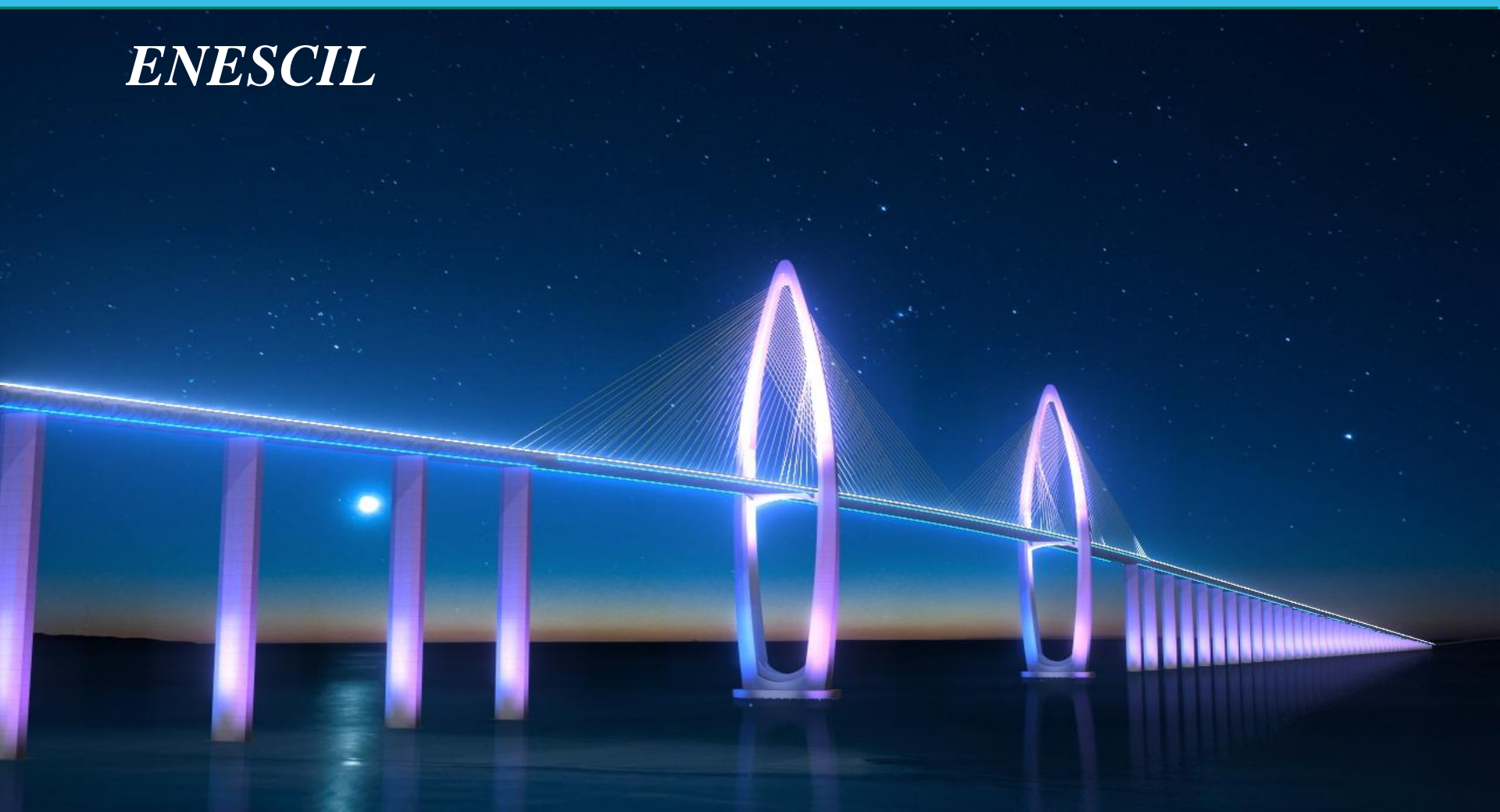
***ENESCIL***





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

*ENESCIL*



Palestrante: Catão F. Ribeiro  
Enescil Engenharia de Projetos Ltda





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

***ENESCIL***



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

***ENESCIL***





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

***ENESCIL***



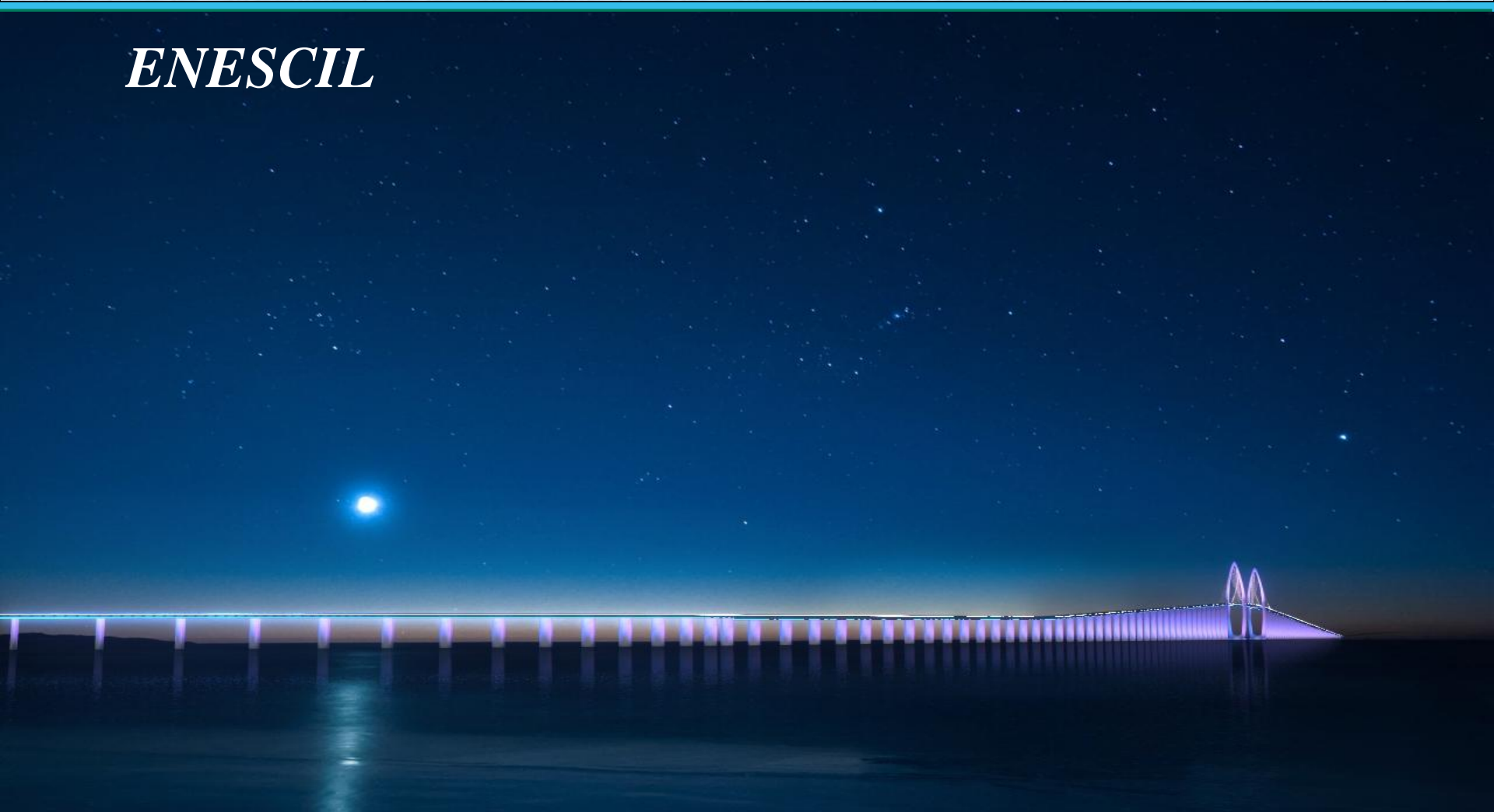
Palestrante: Catão F. Ribeiro  
Enescil Engenharia de Projetos Ltda





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

***ENESCIL***



Palestrante: Catão F. Ribeiro  
Enescil Engenharia de Projetos Ltda





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**





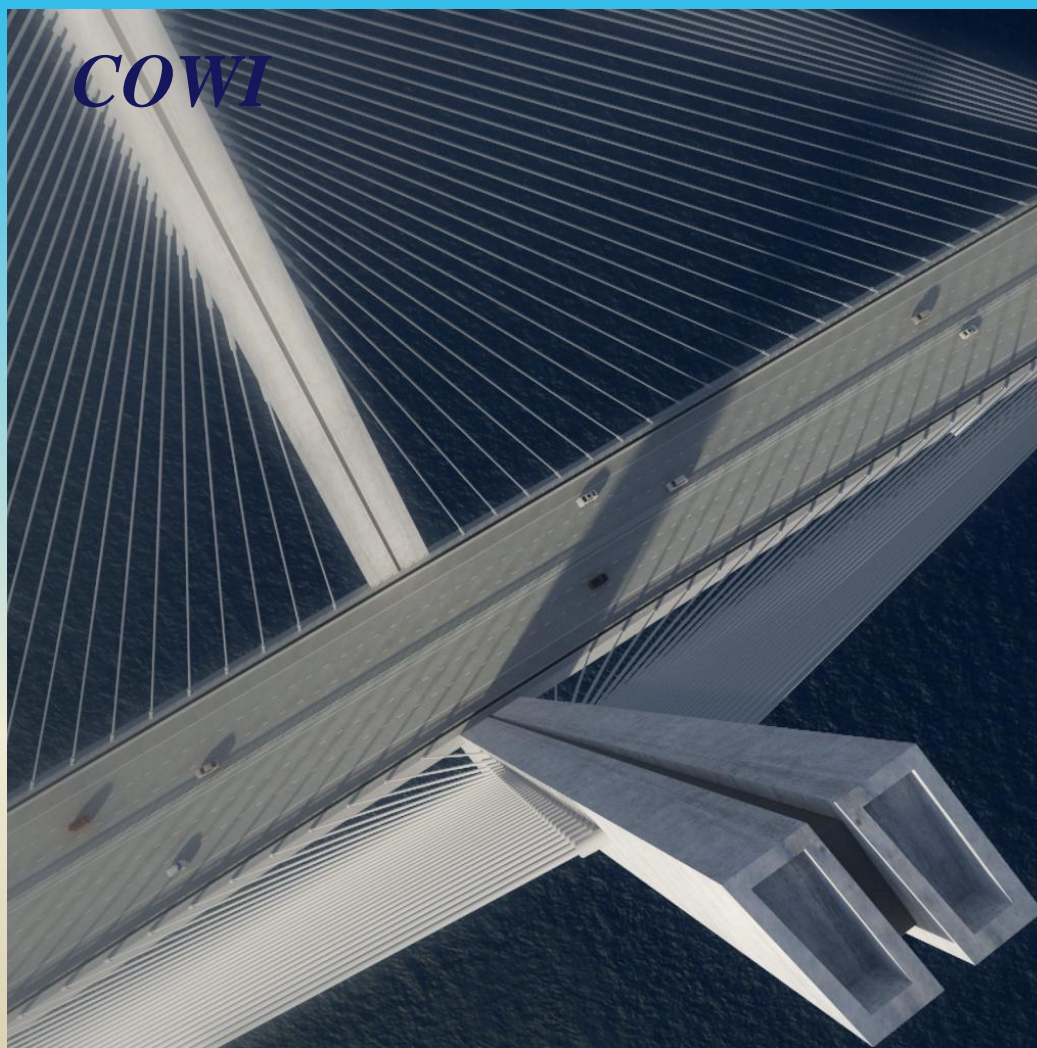
**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

*COWI*





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

*COWI*





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**

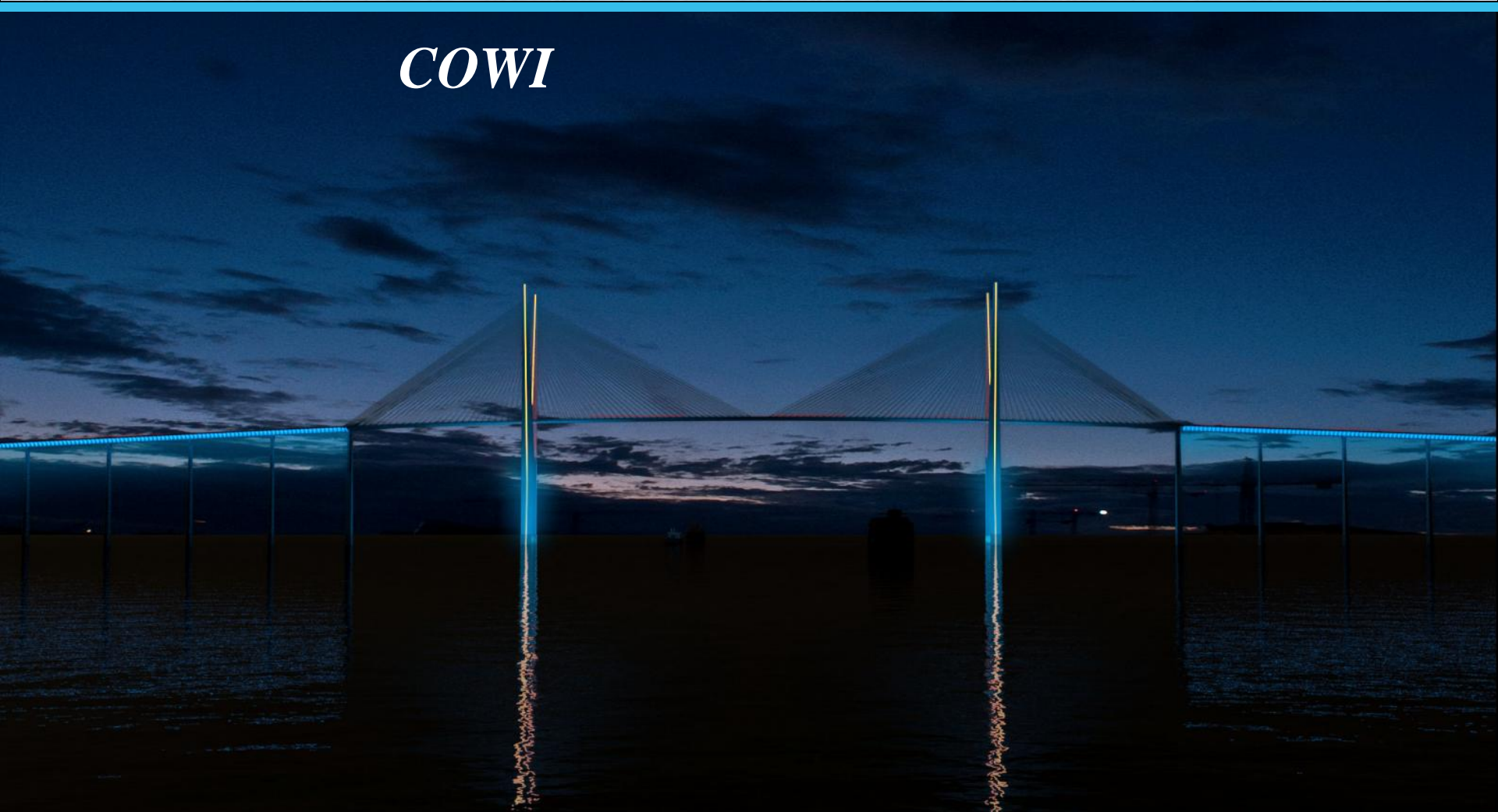
*COWI*





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

*COWI*



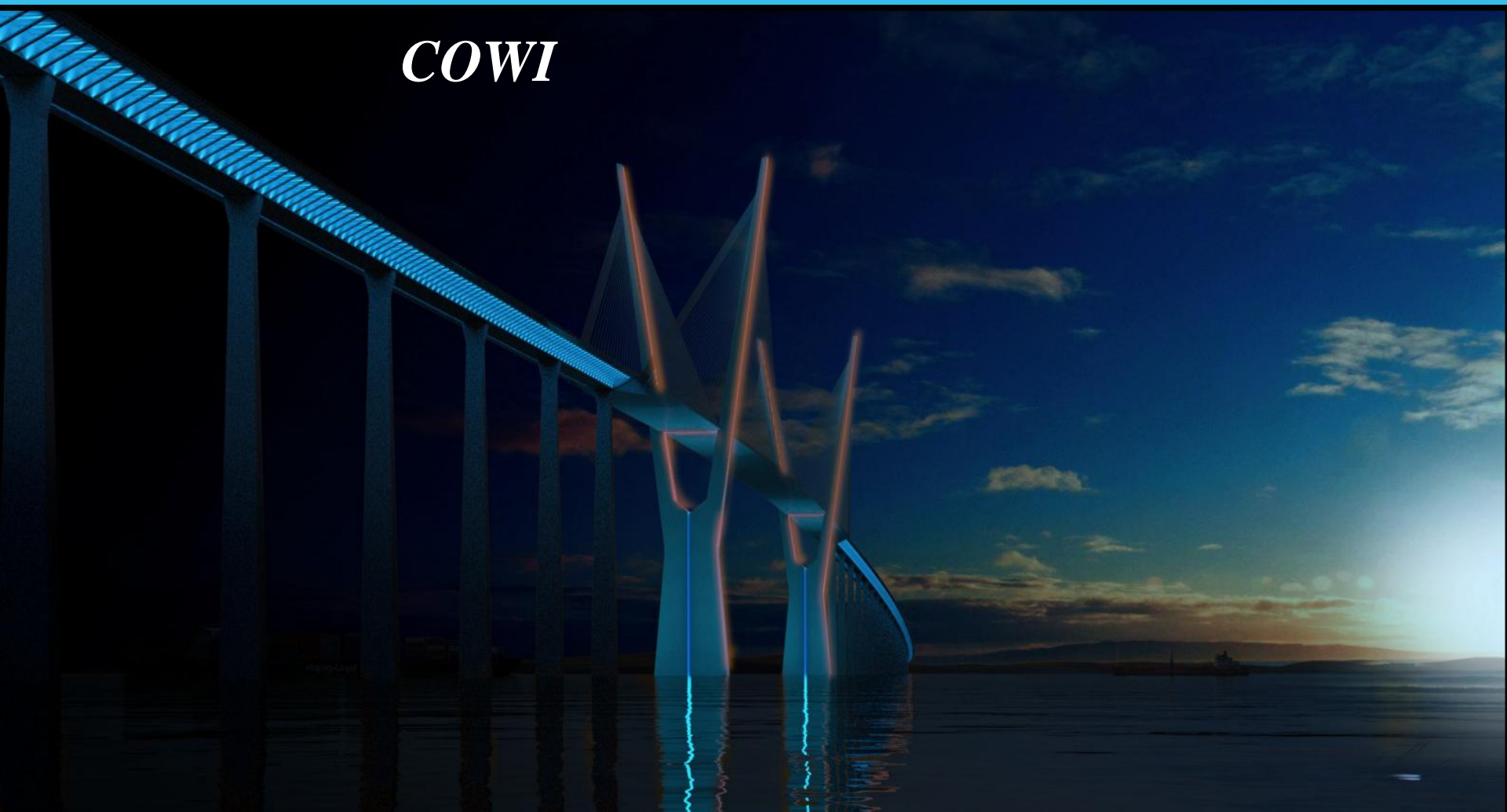
Palestrante: Catão F. Ribeiro  
Enescil Engenharia de Projetos Ltda





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

*COWI*





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA

*COWI*





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – CONFEA**



**ENESCIL**

---

**ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA**